

Veröffentlichungen des Instituts für Meeresforschung in Bremerhaven

Herausgegeben von

H. Friedrich

Direktor des Instituts für Meeresforschung

Band I

mit 33 Karten und Tafeln und 19 Textabbildungen

1952

Kommissionsverlag Franz Leuwer, Bremen

Inhaltsverzeichnis

Veröffentlichungen
des Instituts für Meeresforschung in Bremerhaven
1952 Band I

Druckfehlerberichtigung.

Im letzten Beitrag des ersten Bandes haben während der Abwesenheit des Verfassers die Illustrationen andere Bezeichnungen bekommen.

Die Hinweise im erläuternden Text wurden bedauerlicherweise nur z. T. geändert. Die verbliebenen Fehler und die Berichtigungen dazu sind im Folgenden aufgeführt:

Seite 251, Zeile 7, statt: Diagrammen 2 bis 4 muß stehen: Diagrammen 1 bis 3
„ 252, letzte Zeile, statt: Darstellungen 2 bis 4 muß stehen: Darstellungen 1 bis 3
„ 258, Zeile 4, statt: Diagramme 2 bis 4 muß stehen: Diagramme 1 bis 3
„ 262, „ 16, statt: Figuren 2 bis 4 muß stehen: Figuren 1 bis 3
„ 263, „ 1, statt: Fig. 4 muß stehen: Fig. 2
„ 265, „ 26, „ Fig. 2 „ „ Fig. 1
„ 267, „ 18, „ Fig. 2 „ „ Fig. 3
„ 269, „ 32, „ Fig. 2 „ „ Fig. 1
„ 271, „ 18, „ Fig. 3 „ „ Fig. 2
„ 271, „ 28, „ Fig. 2 „ „ Fig. 1
„ 273, „ 8, „ Fig. 2 „ „ Fig. 1
„ 273, „ 22, „ Fig. 3, zweite Gruppe muß stehen: Fig. 2, erste Gruppe
„ 277, „ 8, statt: Figuren 2 bis 4 muß stehen: Figuren 1 bis 3

und außerdem

Seite 206, Zeile 10, statt: Wasser- muß stehen: Wasser
„ 248, Tabelle 1, Spalte 6, statt: Zahl der Bodenproben muß stehen: Zahl der Proben.

Der Herausgeber.

Veröffentlichungen des Instituts für Meeresforschung in Bremerhaven

Herausgegeben von

H. Friedrich
Direktor des Instituts für Meeresforschung

Band I
Heft 1

mit 25 Karten und Tafeln und 6 Textabbildungen

1952
Kommissionsverlag Franz Leuwer, Bremen

Veröffentlichungen des Instituts für Meeresforschung in Bremerhaven

Herausgegeben von

H. Friedrich
Direktor des Instituts für Meeresforschung

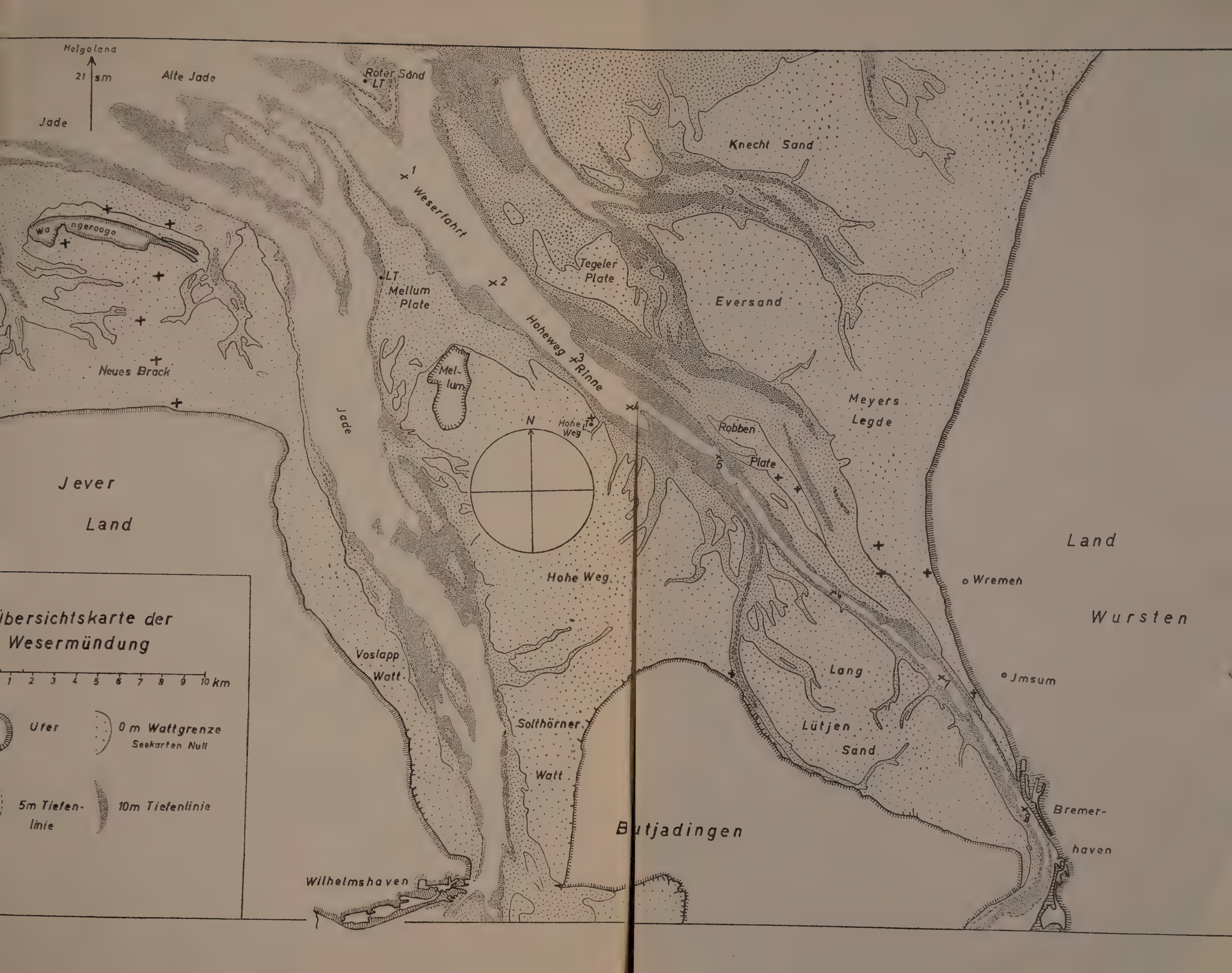
Band I
Heft 1

mit 25 Karten und Tafeln und 6 Textabbildungen

1952
Kommissionsverlag Franz Leuwer, Bremen

Druck: Nordwestdeutscher Verlag Ditzen & Co., Bremerhaven

Inhaltsverzeichnis von Band I, Heft 1



Helgoland
21 sm
Alte Jade
Roter Sand
LT
Jade
1
Weserfahrt
Wangerooge
Knecht Sand
Tegeler Plate
LT
Mellum Plate
2
Eversand
Hoheweg Rinne
3
Mel-lum
Neues Brack
Meyers Legde
Jade
N
Hohe Weg
Robben Plate
5
Jever
Land
Land
Hohe Weg
Wremen
Wursten
übersichtskarte der Wesermündung
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 km
Voslapp Watt
Lang
Jmsum
Ufer
0 m Wattgrenze
Seekarten Null
Solthörner Watt
Lütjen Sand
5m Tiefen-linie
10m Tiefenlinie
Butjadingen
Bremer-haven
Wilhelmshaven

Zum Geleit

Die „Veröffentlichungen des Instituts für Meeres- rschung in Bremerhaven" sollen in erster Linie der Druck- gung der im Institut entstandenen Arbeiten dienen, um so einerseits über e Tätigkeit Rechenschaft zu geben und um andererseits die Ergebnisse n interessierten Fachkreisen vorzulegen. Außer den eigentlichen wissen- aftlichen Arbeiten werden daher auch in kurzgefaßter Form Tätigkeits- richte veröffentlicht werden, die noch keine zusammenfaßbaren Resultate geben, sowie kleinere Mitteilungen, in denen einzelne Sonderfragen handelt werden. Dem Charakter und Aufbau des Institus entsprechend erden diese „Veröffentlichungen" ein recht bewegtes Bild bieten, doch ffe ich, daß dahinter die einheitliche Leistung des Instituts sichtbar wer- n wird. Wenn dabei nicht unmittelbar an die „Mitteilungen aus dem stitut für Seefischerei Wesermünde-G." angeknüpft wird, so deshalb, weil n erheblicher zeitlicher Zwischenraum zwischen dem letzten Heft der uen Folge dieser Mitteilungen („Die Fischwirtschaft" Jahrgang 7, Heft /12, 1931) und dem hier vorliegenden Heft liegt, und weil sich inzwischen e Struktur des Instituts wandelte.

Die Herausgabe der Veröffentlichungen des Instituts stellt eine Art lbsthilfe dar, um den zeitlichen Verzögerungen in der Veröffentlichung ssenschaftlicher Arbeiten zu begegnen. Zunächst werden die Hefte wohl zwangloser Folge erscheinen, doch steht zu hoffen, daß späterhin eine gelmäßige Folge innegehalten werden kann.

Soweit die Möglichkeit gegeben ist, können auch Arbeiten von Forschern, e nicht unmittelbar dem Institut angehören, aufgenommen werden, wenn methodische oder erkenntnismäßige Fortschritte auf den am Institut rtretenen Gebieten bringen.

Die als Anlage beigefügte Übersichtskarte gibt das Bremerhaven benach- rte Mündungsgebiet von Weser und Jade wieder, in dem ein Großteil r Arbeiten des Instituts ausgeführt werden wird. Als × sind die Termin- tionen zu der Arbeit von Dr. Lüneburg, als + die Sammelstellen zu der beit von Dr. Höhnk eingezeichnet.

H. Friedrich

Betrachtungen zur Synökologie des ozeanischen Pelagials

Von H. Friedrich

I. Grundsätzliches zur Fragestellung.

In seiner Arbeit „Der Biocönose- und Biotopbegriff vom Blickpunkt der arinen und limnischen Synökologie" beschränkt CASPERS (1950) sich fast nz auf Behandlung des Benthals. Ohne eine nähere Begründung zu geben, gt er vom marinen Plankton (p. 47): „Aber man mußte erkennen, daß ne räumliche Begrenzung irgendwie bleibender Planktonbiocönosen rade wegen der Eigenschaften des Planktons auf erhebliche Schwierig-iten stößt, und wir neigen zu der Ansicht, daß diese Planktongemein-aaften biocönotisch nur Synusien darstellen; vertikale Unterschiede — berfläche, Tiefsee — sind als Strata aufzufassen." Da die Frage der arinen Planktonbiocönosen einen sehr umfangreichen Fragenkomplex rührt, kann sie natürlich nicht mit einer so kurzen Randbemerkung gelöst in, was auch sicher nicht in der Absicht von CASPERS lag. Da aber auch ENTSCHEL (1948) in seiner Arbeit über „Probleme der Planktonkunde" ine klare Auffassung über diesen Fragenkomplex entwickelte,[1]) sei ihm Anschluß an eigene Arbeiten unter Heranziehung einer möglichst wei-n Literatur etwas weiter nachgegangen.

Zunächst muß darauf hingewiesen werden, daß die Frage nach der Abgrenzbar-it von Planktonbiocönosen überhaupt falsch gestellt ist. Das Plankton ist ja nur n Teil der Lebewelt des Pelagials und kann nur im Zusammenhang mit dem als ekton bezeichneten Bevölkerungsanteil des gleichen Lebensraumes Gegenstand ocönotischer Forschung sein. Weder das Plankton noch das Nekton können ge-ennt als Lebensgemeinschaft betrachtet werden, wie das bis in die jüngste Zeit nein geschieht (TREGOUBOFF 1946, HENTSCHEL 1948). Die Unterscheidung von ankton und Nekton, d. h. eine Einteilung der Lebewelt eines großen Lebens-umes nach ihrer Bewegungsfähigkeit ist ebenso künstlich wie die Gliederung s Planktons nach Größenordnungen in Nanno-, Mikro-, Makro- und Megalo-ankton und bietet für die eigentlich biologische Erkenntnis nur fragmentarische nhaltspunkte.

Zur begrifflichen Klärung sei weiterhin betont, daß unter Pelagial der Gesamt-*um* des freien Meeres zu verstehen ist, wie unter Benthal der gesamte Meeres-den und unter Phytal die Gesamtheit der bestandsbildenden Pflanzen als bensraum für die tierische Besiedlung verstanden wird. Es ist daher nicht mög-h, unter Pelagial gleichzeitig die darin existierenden Organismen zu begreifen, es sich dabei ja doch um zwei begrifflich verschiedene Dinge handelt, wie ja auch Besiedlung des Benthals mit dem besonderen Terminus Benthos bezeichnet wird. Nach der Fassung des Begriffes Biocönose durch MÖBIUS 1877 als eines natür-hen Artenverbandes sind Tiere **und** Pflanzen integrierende Bestandteile der ocönosen, so daß neben dem Zooplankton und Nekton das Phytoplankton gleich-

[1]) Da es sich um eine posthum erschienene Arbeit handelt, versage ich es mir, f alle die Punkte der Arbeit kritisch einzugehen, die im Zusammenhang mit den er angeschnittenen Fragen stehen und in denen ich anderer Auffassung bin.

wertig zu berücksichtigen ist. Leider liegen trotz aller Fortschritte der letzte Dezennien (vergl. ZOBELL 1949) über die Bakterien des Pelagials noch zu wen sichere Daten vor, als daß sie hier einbezogen werden könnten, obgleich sich ih zentrale Stellung im biocönotischen Geschehen immer mehr abzuzeichnen beginn

Das Pelagial[1]) weist gegenüber allen anderen großen Lebensbezirke der Erde einige fundamentale Unterschiede auf:

1. Während in den übrigen Lebensbezirken das Leben an die Gren schichten zweier Substrate bzw. an relativ dünne Grenzzonen gebunden i (Erde—Luft, Boden—Wasser), enthält das Pelagial nur ein Substrat, da Wasser, in großer räumlicher Ausdehnung, und die Berührungszonen Wa ser—Boden, Wasser—Luft treten gegenüber dieser Erstreckung des Pel gials weit zurück, wenngleich sie in der Biocönotik eine nicht geringe Roll spielen. In den tieferen Meeresgebieten ist die Bedeutung dieses Ko taktes unserer Beurteilung einstweilen noch ganz entzogen, lediglich fü die küstennahen Bezirke besitzen wir Unterlagen.

2. Die Dichte des Substrates ist nur wenig kleiner als das spezifisch Gewicht der Organismen, so daß unter Aufwendung geringer Energien ei Schweben sowie ausgedehnte Vertikalbewegungen ausgeführt werden kön nen, die im Erdboden unmöglich sind, im Bereich der Atmosphäre nur vo ganz wenigen Organismen, und dann nur für sehr begrenzte Zeit vollbrach werden können (z. B. Segelflug der Vögel). Andererseits ist diese Dicht aber die Grundlage für die Ausbildung sehr verschiedenartiger Bewe gungstypen, die sich nur im Pelagial finden.

3. Das Substrat zeigt infolge der Dynamik der Ozeane großräumig konstante Verschiebungen in den Meeresströmungen, lang- und kurzfr stige, periodische und unperiodische Änderungen, d. h. es ist beweglic und überträgt wenigstens einen Teil seiner Eigenbewegungen auf sein Bewohner, bei denen daher in einem Umfang wie in keinem andere Lebensbezirk passive Ortsveränderungen vorkommen.

4. Aus der Verteilung der Kontinente und Ozeane auf der Erde ergib sich einerseits eine absolute zirkumterrestrische Kontinuität des Pelagial andererseits die größtmögliche Nord-Süd-Ausdehnung von Pol zu Po Durch die großen Meeresströmungen wird die Kontinuität umfangreiche Meeresgebiete noch besonders betont.

5. Aus der räumlichen Kontinuität, dem hohen erdgeschichtlichen Alte der ozeanischen Räume und den weltweiten Austauschvorgängen des Sub strates ist einerseits eine relativ große Stabilität der ökologischen Fak toren anzunehmen, andererseits ist kaum damit zu rechnen, daß sich i marinen Pelagial isolierte Räume finden, die der Erhaltung von Relikte günstig wären. Da das Faunenbild im terrestrischen und limnischen Berei wie auch im marinen Benthal stark historisch bedingt ist, vor allem durc die Ereignisse der jüngeren Erdgeschichte, kann man in diesem Sinne di Besiedlung des Pelagials als geschichtsarm bezeichnen.

---

[1]) Wenn das limnische Pelagial einbezogen ist, wird dies besonders vermerk so daß hier mit Pelagial immer das marine gemeint ist.

6. Bei den Pflanzen des Pelagials fehlt jede massige Ausbildung; es sind nzellige Algen, die höchstens zu Kolonien beschränkten Umfanges zusamentreten, eine Erscheinung, die z. B. für die Konsumenten ersten Grades on besonderer Bedeutung sein muß, da es einfach keine Großpflanzenesser geben kann. Außerdem ist folgendes zu beachten: Durch das Phytoankton wird zwar der Chemismus im Pelagial weitgehend beeinflußt und ıch die physikalischen Verhältnisse werden durch Trübstoffe, Gelbstoffıd Detritusbildung biogen verändert, aber die Pflanzen sind niemals Subrat für die Tiere, wie es im terrestrischen und limnischen Bereich der Fall . Besonders die terrestrischen Lebensräume sind ja in ihrer Struktur eitgehend durch die Vegetationsformen bestimmt (Wald, Heide, Wiese c.), und selbst im marinen Benthal spielen in Küstennähe die bestandsldenden Pflanzen als Substrat eine wichtige Rolle. Diese Bedeutung der lanzen entfällt im Pelagial.

Es ist offensichtlich, daß diese tiefgreifenden Unterschiede in der ökogischen Grundstruktur zwischen Pelagial und den anderen Lebensbezirn auch Unterschiede in der Möglichkeit einer synökologischen Gliedeng bedingen, und Hentschel (1936) ist der Meinung, daß die Vorstelngen aus der terrestrischen und limnischen Ökologie und der des marinen enthals nicht wohl auf das Pelagial übertragbar seien. Er kommt zu der uffassung: „Lebensgemeinschaft ist vielmehr ein Begriff für einen überall orhandenen biologischen Zustand der Wassermassen, ...“ „Es steht im Raume des Ozeans in bezug auf diesen Zustand vollkommene ontinuität“ (p. 314). Zu diesem Schluß wird Hentschel besonders führt durch die zahlreichen quantitativen, vor allem das Nannoplankton treffenden Untersuchungen, in erster Linie der „Meteor“-Expedition, obei er für einige große Gruppen auch gewisse qualitative Gesichtspunkte eranzog. Dem ist entgegenzuhalten, daß damit dem Begriff der Lebensmeinschaft ein anderer Inhalt gegeben wird für diesen speziellen Lebensreich. Da außerdem das Nannoplankton doch nur einen sehr kleinen eil der Gesamtbiocönose darstellt und daher allein niemals als repräsentiv angesehen werden kann, da außerdem der Begriff der Biocönose als nes Artenverbandes neben quantitativen auch besonders qualitative esichtspunkte umschließt und schließlich durch Betonung des labilen eichgewichtszustandes noch funktionelle Zusammenhänge einbezieht, scheint eine Überprüfung der biocönotischen Betrachtung des Pelagials otwendig.

Dem von Möbius geprägten Begriff der Biocönose ist der von Dahl 1908 ngeführte Begriff des Biotops zugeodnet in dem Sinne, daß beide Begriffe eile einer soziologischen Einheit sind. Pova (1946) betont sogar: „Problement la conception de la vie ne peut exister en dehors de celle du ilieu, de même on ne peut pas concevoir un milieu en dehors de la vie“ . 1). Das bedeutet aber, daß eine synökologische Betrachtung außer der ergesellschaftung der Organismen und der Unterschiedlichkeit verschieener Gesellschaften (Assoziationen) auch die physikalisch-chemische Differenzierung des Raumes und die Abgrenzbarkeit verschiedener Räume

heranziehen muß. Hierzu sind zeitlich und räumlich möglichst kontinuie liche Untersuchungsreihen notwendig, deren statistische Ergebnisse vie fach durch das Experiment gestützt werden können. In den meisten Fälle gibt das Experiment autökologische Kenntnisse, die aber bei genügen großem Umfange auch der Synökologie zustatten kommen können. Da in marinen Pelagial die Gewinnung kontinuierlicher Beobachtungsreiher abgesehen von einigen Küstenplätzen, großen Schwierigkeiten begegne und da dem Experiment erhebliche methodische Schwierigkeiten entgeger stehen, ist die Basis für eine Diskussion der Synökologie des marinen Pela gials noch recht schmal.

Für die Biocönosen ist ein labiler Gleichgewichtszustand charakteri stisch, der sich zwischen den Organismen untereinander sowie zwische Organismen und abiotischen Faktoren des Milieus einstellt. Er findet sei nen sichtbaren Ausdruck einerseits in den absoluten Mengen der Orga nismen und im gegenseitigen Mengenverhältnis der vorhandenen Arten andererseits in der Ausprägung bestimmter Form- und Funktionstypen kurz der Lebensformen. Mit dieser Feststellung sind zwei verschieden artige, dynamisch orientierte Gesichtspunkte in die Charakterisierung de Biocönosen aufgenommen. Der erste besagt, daß die Biocönosen Wir kungsgefüge sind, in denen die Organismen entsprechend ihrer spezifische funktionellen Organisation auf die Gegebenheiten der Umwelt, einschließ lich der übrigen vorhandenen Individuen gleicher oder verschiedener Art reagieren und gleichzeitig diese Gegebenheiten verändern. Solche Ver änderungen bestehen beispielsweise im Entzug bestimmter Nahrungsstoffe aus dem Substrat, in der Abscheidung toxischer Stoffe, aber auch durch gesteigerte oder verminderte Vermehrungsziffer usw. Der zweite Gesichts punkt dagegen setzt die Organisation der einzelnen Art in Beziehung zu den biotischen und abiotischen Faktoren, umschließt also nicht das Wir kungsgefüge der ganzen Biocönose, sondern zielt auf das Funktionsgefüge des Einzelorganismus bzw. der Art ab.

Diese dynamischen Gesichtspunkte in der Charakterisierung der Biocönosen können wohl zur Abgrenzung und Unterscheidung dienen, sie werden auch erkennen lassen, ob eine Biocönose autonom ist oder nicht, wobe unter Autonomie der Zustand verstanden wird, daß durch die vorhandenen Pflanzen mindestens so viel organische Substanz aufgebaut wird, als für die Erhaltung der Nahrungsketten notwendig ist, sie geben aber kein Werturteil ab in der Frage, ob in dem gekennzeichneten Sinne autonome Biocönosen und nichtautonome als gleichwertig anzusehen sind. Im marinen Bereich sind beispielsweise die Biocönosen der unterhalb der Vegations zonen gelegenen Weichböden durchaus abhängig von der Zufuhr organischer Substanz aus den oberen, durchleuchteten Schichten des Benthals wie des Pelagials, denn nur dort kann ja primär durch die Photosynthese der Aufbau organischer Substanz stattfinden. Es wird aber niemandem einfallen, die Siedlungsgemeinschaften tiefer gelegener mariner Weichböden wegen dieser Abhängigkeitsbeziehungen etwa nur als Strata der in den genügend durchleuchteten Schichten gelegenen Biocönosen auf

fassen. Ähnliches wird bei Betrachtung des Tiefsee-Pelagials zu berück-chtigen sein (s. S. 14, 15). Lichtunabhängige Chemosynthese wird zwar on Bakterien und wahrscheinlich auch von den gelbgrünen Zellen HENT-HELS ausgeführt, tritt aber mengenmäßig ganz zurück hinter den photo-nthetischen Vorgängen.

In der synökologischen Betrachtung kommt also dem intrabiocönotischen Virkungsgefüge eine andere Bedeutung zu als den Wirkungszusammen-ingen zwischen verschiedenen Biocönosen.

Diesen Vorbemerkungen entsprechend gehe ich bei der folgenden Dar-ellung von drei Gesichtspunkten aus, nämlich 1. von der Verteilung und ergesellschaftung der Bewohner des Pelagials, 2. von der Struktur des elagials und seiner physikalischen wie chemischen Eigenart und 3. von en inneren Wirkungszusammenhängen. Es wird sich zeigen, in welchem aße sich eine Kongruenz der Ergebnisse ergibt und ob daraus eine synö-ologische Gliederung des Gesamtraumes ableitbar ist.

Gemeinhin werden im marinen Pelagial folgende horizontale Regionen nd vertikale Zonen unterschieden: Neritische und ozeanische Region; die eanische Region wird gegliedert in die Zonen des Epipelagials und des athypelagials. Damit ist also der Gesamtraum horizontal und vertikal urchgegliedert, wobei auch der horizontalen Gliederung in neritische und eanische Region eine Vertikalkomponente insofern zugrundeliegt, als e 200-m-Tiefenlinie die Grenze bildet. So formal diese Gliederung nach pographischen Gesichtspunkten zunächst auch scheinen mag, so zeigt eine ähere Betrachtung doch ihre biologischen Grundlagen und gestattet es, e zunächst zum Ausgangspunkt der weiteren Betrachtungen zu nehmen.

II. Die Verteilung der pelagischen Organismen.

Die neritische Region des Pelagials ist seewärts durchschnittlich durch e 200-m-Tiefenlinie begrenzt. Lassen wir einstweilen die formale Grenz-ehung außer Betracht, so ergibt sich als räumliches Charakteristikum die-r Region die Küstennähe und der Flachmeercharakter, d. h., daß einer-its die küstennahen Gebiete der Ozeane, andererseits die Flachmeere, ie Nord- und Ostsee, ebenso wie ausgedehnte Inselarchipele hierher zu chnen sind. Die Organismenwelt dieser Region ist recht verschieden-tig zusammengesetzt. Es gehören zu ihr holopelagische neritische For-en, die ihren gesamten Lebenszyklus ausschließlich im Pelagial durch-ufen, dem Hochseepelagial jedoch als ständige Bewohner fehlen. Hierzu nd z. B. zu rechnen die Copepoden *Temora* und *Anomalocera* (vergl. EUER 1933), unter den Diatomeen *Chaetoceras teres, Ch. debile, Ch. so-ale, Rhizosolenia setigera, Thalassiosira-* und *Biddulphia-*Arten u. a. Holo-elagische Formen, die sowohl im neritischen wie im ozeanischen Bezirk orkommen, können nicht zur Charakterisierung der neritischen Region erangezogen werden. Es ist jedoch bekannt, daß einige dieser holopela-schen ozeanischen Formen ihre Entwicklung in größeren Tiefen durch-ufen, als sie in der neritischen Region gegeben sind. So sinken nach OLTERECK 1908 die Geschlechtstiere von *Velella* auf ca. 1000 m Tiefe ab,

und erst die Conaria-Larve steigt wieder zur Oberfläche auf; nach BRAND 1895/96 wird bei den Radiolarien *Sphaerozoum* und *Collozoum* am End des fruktifikativen Zustandes das als hydrostatischer Apparat funktionierende extrakapsuläre Plasma abgeworfen, so daß Absinken und Schwärmerbildung in der Tiefe erfolgt; auch von der Siphonophore *Hippopodiu* sind Larven in größeren Tiefen gefunden worden, und ebenso scheinen die Larven von *Phronima sedentaria* tiefer abzusinken, als der Lebensschicht der Erwachsenen entspricht. Diese Formen wird man der ozeanischen Region zurechnen müssen und sie in der neritischen Region als Gastformen oder Nachbarn zu betrachten haben, deren Vorkommen im wesentlichen durch die herrschenden Strömungen bestimmt ist. Andererseits dringen auch ozeanisch lebende Formen regelmäßig in die neritische Regio ein, da sie hier ihre Entwicklung durchlaufen, wie z. B. Hering und Makrele Den überwiegenden Anteil an der Zusammensetzung der Fauna der neritischen Region haben aber zweifellos die meropelagischen Formen, die nu einen Teil ihres Lebenszyklus im Pelagial verbringen, mit dem andere Teil dagegen dem Benthal angehören. Hierher rechnen sowohl die zahlreichen Larven benthonischer Tiere, wie der Aktinien, Polychaeten, Bryozoen, Mollusken, Echinodermen, Fische etc., als auch die Formen, die al geschlechtsreife Tiere im Pelagial leben, mit Entwicklungsstadien aber den Benthal eigen sind, wie z. B. die meisten Medusen mit Generationswechse oder die Cladoceren *Podon, Evadne* und *Penilia.* Nach den Angaben vo KRAMP 1947 über die Medusen des nördlichen atlantischen Ozeans und de angrenzenden Meeresgebiete (ungefähr nördlich des 50. Breitengrades ergeben sich tabellarisch zusammengefaßt folgende Verhältnisse:

Tabelle 1.

Verteilung der holo- und meropelagischen Medusen im Flachwasser- und Tiefwassergebiet des nördl. atlant. Ozeans (zusammengestellt n. Angaben von KRAMP 1947).

Region	Gebiet	Artenzahl gesamt	holopelagische Zahl	holopelagische %	meropelagische Zahl	meropelagische %
Flachwasser	Nordsee + Skagerrak	73	2	ca. 3	71	ca. 97
	Englischer Kanal	68	4	ca. 6	62	ca. 94
	brit. Inseln atlant. Küsten	68	5	ca. 8	63	ca. 92
Tiefwassergebiet nördl. 50° n. Br.		32	21	ca. 66	11	ca. 34

Aus dieser Aufstellung ergibt sich eindeutig, daß zwischen dem ozeanischen Tiefwassergebiet und den Flachwassergebieten grundlegende Unterschiede im prozentualen Anteil der holo- und meropelagischen Formen bestehen. Dabei sind in den 11 meropelagischen Formen der ozeanischen Region 6 enthalten, die als neritisch anzusehen sind, dem eigentlichen

zeanischen Pelagial also fremd sind, während die restlichen 5 Arten bathy-elagisch nur in der Nähe des Kontinentalsockels vorkommen und deren eropelagische Natur daher nur vermutet werden kann. Unter Aus-haltung dieser Formen aus dem eigentlichen ozeanischen Pelagial erhöht ch dessen Prozentsatz an holopelagischen Formen auf 100.

Gleichzeitig scheint damit ein weiterer Hinweis gegeben. Wenn sich imlich bestätigt, daß auch im Pelagial der Tiefsee die Zusammensetzung er Fauna in der Nähe der Kontinentalsockel verschieden ist von der der eien Tiefsee, so wäre damit eine gewisse Kontinuität der Fauna der odennahen Wasserschichten allgemein gegeben. Das zur Verfügung ehende Beobachtungsmaterial reicht jedoch zu weiteren Schlußfolgerun-en nicht aus.

Es ist klar, daß diese meropelagischen Formen umgekehrt wie die zeanischen mit Strömungen aus der neritischen Region in die ozeanische erfrachtet werden können, doch darf man sie dort nicht zum autochthonen rtenbestand rechnen.

Besonders wichtig erscheint die Folgerung von Einarsson 1945 aus einer isammenfassenden Darstellung der Beobachtungen von Lebour 1926, rost 1934, 1935, 1939, Rustad 1934 und John 1936, daß bei den neritischen uphausiaceen sowohl im Kalt- als auch im Warmwassergebiet eine grö-ere Variabilität in der Zahl der Entwicklungs- und Häutungsstadien sogar nerhalb einer Art besteht als bei den ozeanischen Formen, bei denen rößere Einheitlichkeit vorhanden ist. Die Gründe für dieses unterschied-che Verhalten sind einstweilen noch unklar.

Aus diesen Hinweisen, die sich durch zahlreiche weitere Beispiele be-gen ließen, ergibt sich, daß in der Zusammensetzung des Artenverbandes der neritischen Region ganz charakteristische Züge vorhanden sind, und var sowohl positive (besonders in den meropelagischen Formen), als auch egative (Fehlen mancher ozeanischer Formen). Die hohe Eigenart der eritischen Fauna erklärt sich daraus, daß ein enger Kontakt mit dem enthal gegeben ist, doch kann man keinesfalls von einer Mischfauna rechen. Das Aufsteigen benthonischer Tiere ins Pelagial in täglichem der jahreszeitlichem Rhythmus, wie es von Copepoden, Ostracoden, mphipoden u. a. (s. S. 15) bekannt ist, fügt dem biologischen Bilde der eritischen Region allerdings einen Zug bei, der als Mischcharakter gelten uß, der eigentlichen Zusammensetzung gegenüber aber nicht besonders s Gewicht fällt. Zur Abgrenzung der neritischen gegen die ozeanische egion des Pelagials könnten quantitative Untersuchungen über den pro-entualen Anteil der meropelagischen Formen gegenüber den holopelagi-hen herangezogen werden, so daß sich aus den Zahlenwerten für die onstanz, Frequenz und Dominanz (vergl. Tischler 1948, 1950) eine rennung beider Regionen ergeben würde. Dabei ist allerdings mit einer lativ breiten Übergangszone zu rechnen, doch steht uns dafür noch zu enig Vergleichsmaterial zur Verfügung.

Die ozeanische Region wird vertikal, wie erwähnt, in eine durchleuchtete ufe = Epipelagial und eine undurchleuchtete Stufe = Bathypelagial ge-

gliedert, wobei die Tiefenlage der Grenzzone nicht einheitlich, durchschnitlich aber mit 200 m anzusetzen ist. Das Epipelagial ist durch die Entwicklung des taxonomisch reich gegliederten Phytoplanktons, durch ein spezifsches Zooplankton sowie Nekton gekennzeichnet. Das Phytoplankton is in seiner Existenz an die durchleuchtete Stufe gebunden, da es nur hier di Grundlage seiner Existenz, das Licht, für die Photosynthese findet. Einzeln Diatomeen und Coccolithophoreen werden auch in größeren Tiefen gefunden (nach HENTSCHEL 1936, p. 225 bis > 1000 m), doch können sie hie nicht mehr als autochthoner Bestandteil angesprochen werden. In etwa größerer Häufigkeit, vor allem aber regelmäßiger treten in den Tiefen di olivgrünen Zellen auf, die aber wahrscheinlich heterotroph sind und dere Zahl gering ist (ca. 50 pro 1000 ccm in 1000 m Tiefe). Da sie auch in durchleuchteten Schichten unterhalb 50 m gefunden werden, spielen sie bei de Unterscheidung von Epi- und Bathypelagial keine Rolle. Unterhalb der fü die Photosynthese ausreichend durchleuchteten obersten Zone des ozeanischen Pelagials setzt also durch Ausfall des Phytoplanktons ein grundsätzlicher Wandel in der artenmäßigen Zusammensetzung ein, der darüber hinaus auch zahlreiche Tiere betrifft. Dieser Wandel geht so weit, daß sic Epi- und Bathypelagial durch systematische Kategorien vom Range de Ordnungen voneinander unterscheiden. So sind von den Heteropoden bisher überhaupt keine Vertreter im Bathypelagial bekannt geworden, dagegen sind pelagische Nemertinen in großer Zahl sowie die pelagische Holothurien nur für das Bathypelagial angegeben, und bei Fischen wi Tintenfischen ist die Tiefseefauna durch zahlreiche Gattungen und Familie charakterisiert (vergl. besonders CHUN 1903, BRAUER 1906/08, PARR 1927, 29 BEEBE 1933 ff., GÜNTHER u. DECKERT 1950). Außerdem bestätigt sich auch fü das Bathypelagial die im Benthal der Tiefsee gemachte Beobachtung, da die bathypelagischen Gattungen vielfach mono- oder oligotypisch sind. So führt KRAMP (l. c. p. 63) als monotypische Medusengattungen an: *Atolla*, *Periphylla*, *Aeginura*, *Colobonema* und *Halicreas*; als oligotypische mi einer kosmopolitischen und einer oder mehreren beschränkt verbreitete Arten *Pantadeon* und *Botrynema*, denen nur drei Gattungen mit etwas größerer Artenzahl gegenüberstehen. Aus der Zusammenstellung von COE 194 ergibt sich bei den ausschließlich bathypelagisch lebenden Nemertinen, da von 22 Gattungen 11 monotypisch sind, von denen drei je einer monotypischen Familie angehören. Sechs Gattungen enthalten je 2 Arten, 4 Gattungen sind mit je 3 Arten vertreten, und nur eine Gattung ist mit 7 Arte stärker aufgespalten. Die Tiefseegattung *Nebaliopsis* der Leptostraken is monotypisch wie auch die Ostracodengattung *Gigantocypris*; die Tiefsee Copepodengattung *Cephalophanes* ist in zwei Arten bekannt, deren Abgrenzung aber nicht ganz sicher zu sein scheint. Zu der von CHUN 1903 aufgestellten Appendicularien-Gattung *Bathochordaeus* machte GARSTANG 193 erst eine zweite Art bekannt. Für eine endgültige Beurteilung der Situatio reicht aber auch hier das Beobachtungsmaterial nicht aus, zumal ja de Materialgewinnung größte Schwierigkeiten entgegenstehen und eine systematische Zusammenfassung z. B. der Fische und Cephalopoden noch fehlt

Es kann also keinem Zweifel unterliegen, daß in der Zusammensetzung r Artenverbände des Epi- und Bathypelagials grundlegende Unterschiede stehen. Die Frage der Abgrenzbarkeit beider Schichten gegeneinander heint einerseits leicht zu sein durch eine untere Grenze der Belichtung, der sich Assimilation und Dissimilation der Phytoplankter die Waage lten (Kompensationspunkt), unterhalb deren also keine Produktion imärer Nahrung mehr stattfindet. Andererseits ist die Abgrenzung hwierig, weil zahlreiche bathypelagische Tiere Vertikalwanderungen ins ipelagial ausführen, weil viele mit ihrer Hauptmenge im Epipelagial vormmenden Tiere bis ins Bathypelagial reichen, und weil, wie oben erähnt, die Entwicklung vieler Tiere in einer anderen Tiefenzone verlaufen nn, als es dem Lebensbereich der erwachsenen Formen entspricht (vergl. ch WELSH, CHAGE und NUNNEMACHER 1937).

Sowohl im Epi- als im Bathypelagial sind unterschiedliche vertikale ufen zu beobachten, und es sind verschiedene Versuche zu einer natürhen Gliederung gemacht worden (z. B. CHUN 1887/89, LO BIANCO 1904, ECKER 1908), in denen physikalische Eigenschaften des Milieus und biogische Erscheinungen parallelisiert wurden (Tab. II).

Tabelle 2.

Tiefe m	Licht-verhältnisse	Bezeichnung des Planktons	Haupt-Radiolarien	Sonstiges
0—100	polyphot	Phaeoplankton	Polycytharien	assimil. Pflanzen
)0—4/500	mesophot	Knephoplankton	Challengeridae	untere Grenze herbivorer Tiere
500—1500	oligophot	Scotoplankton	Tuscaroridae	Photoplatten noch geschwärzt
> 1500	aphot	Nyctoplankton	Pharyngellidae	

Es ist klar, daß die Verhältnisse mit der geographischen Breite stark echseln (s. S. 18). Hinweise auf derartige vertikale Stufen sind weiterhin gende Feststellungen. Im Epipelagial ist die Grenzschicht Wasser/Luft, e nach REMANE 1940 als Pleustal bezeichnet werden kann, wenigstens in pischen und subtropischen Gebieten durch einige spezifische Gattungen kennzeichnet: die Siphonophoren *Physalia* und *Velella*, die Mollusken *nthina* und *Claucus* sowie die Hemiptere *Halobates*. Das Phytoplankton igt eine Maximalentwicklung in den oberen 100 m, die olivgrünen llen sind bei ca. 200 m maximal ausgebildet, und das Nannoplankton igt bei etwa 100 m eine sprunghafte Einengung der Individuenzahlen, obei die Zahlen nur angenäherte Durchschnittswerte sind. Im Bathylagial wird seit langem eine obere und eine untere bathypelagische una unterschieden (vergl. EKMAN 1935), ohne daß eine bestimmte Grenzzung bisher möglich wäre, da das vorliegende Material noch viel zu ring ist. Besonders lückenhaft ist natürlich unsere Kenntnis von den Verltnissen in den bodennahen Schichten der Tiefen, vor allem in bezug auf

die Frage, ob sich auch dort wie im neritischen Bezirk aus dem Kontakt m einem anderen Substrat eine spezifische Zusammensetzung der Faur ergibt.

Das Epipelagial zeigt auch in horizontaler Richtung Differenzierungen, d verschiedene Versuche einer kartographischen Gliederung des Atlantische Ozeans veranlaßten (vergl. Meisenheimer 1905, Hentschel 1936, 194 Friedrich 1950 b), für die allerdings ganz verschiedene Ausgangspunkte g wählt wurden. Allgemein wird ein Warmwasserpelagial der Tropen ur Subtropen den Kaltwassergebieten der Polargebiete gegenübergestel zwischen die sich Übergangszonen einschieben. Das tropisch-subtropisc Warmwassergebiet ist durch einen wohlcharakterisierbaren Artenverbar gekennzeichnet; hierher gehören die oben genannten Bewohner des Ple stals, zahlreiche Polychaeten, bei denen die Zahl der Gattungen von de Tropen zum südpolaren Gebiet um ca. 80 % abnimmt, die gesamten Heter poden, die Pyrosomen, die fliegenden Fische, unter den Copepoden be spielsweise die Sapphirinen, bei den Radiolarien die Acanthometriden, i Phytoplankton die Coccolithophoreen. Auch in allen anderen Gruppe finden sich weitere spezifische Warmwasserarten und -gattungen, so da dieses Gebiet durch zahlreiche positive Merkmale gekennzeichnet ist.

Ihm steht das Gebiet der polaren Hochsee gegenüber, das seine deu lichste Ausprägung im antarktischen Bereich gefunden hat, da die pola Hochsee der Nordhalbkugel durch die Kontinente mit den ihnen angelage ten Flachseegebieten stark eingeengt ist und außerdem weitgehend vc Eis bedeckt wird. Dem polaren Epipelagial fehlen einerseits zahlreic Arten, Gattungen, Familien und höhere systematische Kategorien de Warmwasserpelagials, andererseits sind ihm eine Reihe besonderer Forme eigentümlich. Unter den Phytoplanktern sind hier die Diatomeen sowo in der Artenentfaltung als in ihrem quantitativen Auftreten charakteristisc Im Nekton ist die Häufung der Großkonsumenten besonders auffällig, w sie in Fischen, Walen und Robben gegeben sind. *Calanus acutus* und *Ca finmarchicus* sind typische Copepoden der antarktischen bzw. arktische Gebiete und zeigen teilweise überraschende Massenentwicklung. Ähnlic Beobachtungen liegen für Euphausiaceen und andere vor, so daß auch hi ein zwar wesentlich artenärmerer, jedoch gut charakterisierbarer Arte verband vorhanden ist.

III. Die Gliederung des Pelagials nach Mileufaktore

Im Rahmen einer Diskussion der Synökologie des Pelagials ist nc wendigerweise folgende Frage zu stellen: Lassen sich in diesem Raum, zu nächst ganz abgesehen von den Nebenmeeren, auf Grund der physikal schen und chemischen Gegebenheiten bestimmte Regionen und Zon gegeneinander abgrenzen, und können die hier in Erscheinung tretend Grenzschichten auch als biologisch wirksame Grenzen angesehen werde Diese Frage ist deshalb sehr schwierig zu beantworten, weil das Milie dieses Raumes eine außerordentliche Kontinuität, auch in zeitlicher Hi sicht, besitzt, so daß hier historische Gesichtspunkte, verglichen mit lir

schen und terrestrischen Räumen, nur eine untergeordnete Rolle spielen. ne weitere Schwierigkeit ergibt sich aus der Tatsache, daß der von der eanographischen Forschung angelegte Maßstab der Genauigkeit in der estimmung der Faktoren, z. B. beim Salzgehalt auf 0,01 ‰, vielfach innerlb der normalen Reaktionsbreite der Organismen liegt. Da sich aber an elen Stellen verschiedene Faktoren gleichzeitig, wenn auch um relativ eringe Beträge, ändern, besteht durchaus die Möglichkeit kombinierter irkung verschiedener unterschwelliger Faktorenänderungen. Diesen Genken bringt in etwas spezieller Fassung auch Nümann 1941 p. 58 in lgendem zum Ausdruck: „Es ist nun denkbar, daß die Verhältnisse in Geässern mit verschiedenem pH usw. verschieden liegen und z. B. daß das osphat kombiniert mit einem anderen Faktor (der an sich kein Nährstoff i) erst zu einem Minimumstoff wird." Hutchins 1947 p. 330 äußert sich gleichem Sinne, wenn er einer bestimmten grenzsetzenden Isotherme r symbolischen Wert zuspricht, da sie das Vorhandensein verschiedener ktorenkombination anzeigt, und in derselben Richtung liegt die Beobhtung von Tåning 1948, daß die Brut von *Sebastes marinus* an Wasserassen von 8 bis 9° gebunden ist, aber nur dort auftritt, wo diese Wasserassen höchstens 200 m tief liegen. Hier scheinen also Temperatur und efe gewissermaßen symbolischen Wert für eine bestimmte Faktorenmbination zu haben. Über die ökologische Bedeutung synchroner Variaon verschiedener Faktoren sind wir noch sehr unzureichend unterrichtet.

Als die wichtigsten ökologisch wirksamen Faktoren des gesamten Raues des Pelagials sind anzusehen: Belichtung, Temperatur, Salzgehalt, O_2- d CO_2-Gehalt, Dichte, Druck, Strömungen, Minimumstoffe u. a., und zwar nd einerseits die Mittelwerte, andererseits die Extremwerte in kurz- und ngfristigen Störungsperioden zu berücksichtigen. Eine eingehende Darellung dieser Verhältnisse käme einer allgemeinen Ozeanographie und ydrographie gleich (vergl. Sverdrup, Johnson und Fleming 1946), so daß er nur skizzenhaft die Gegebenheiten des Atlantischen Ozeans dargestellt in können. Zunächst sei erwähnt, daß die „Tiefe" nicht ein definierbarer ologischer Faktor ist (vgl. Friedrich 1950 a), da sich mit der Tiefe verhiedene Faktoren ändern, vor allem Belichtung, Temperatur und Druck, ne daß wir sagen könnten, welcher von diesen nun tatsächlich einhränkend oder grenzsetzend wirkt. Abgesehen davon besteht überhaupt ch keine Vorstellung über die ökologische Bedeutung des Druckes in ößeren Tiefen. Die im Bereich der Autökologie vielfach verwandten Beichnungen „eurybath" und „stenobath" sind also den entsprechenden rmini „eurytherm", „euryhalin" etc. nicht ohne weiteres gleichzusetzen, die letztgenannten sich ja auf einen einzelnen analysierbaren Faktor behen. Die zahlreichen Beobachtungen über Submergenz- und Emergenzscheinungen sowohl im marinen Pelagial (s. S. 12, 13) als auch im Benthal ergl. Ekman 1935, Remane 1940, Brattström 1941) sind hierfür deutliche inweise.

Das in das Wasser eindringende Licht erleidet durch Reflexion und bsorption sehr schnell derartige Veränderungen quantitativer und qualita-

tiver Art, daß schon in relativ geringer Tiefe die Assimilation der Pflanze gleich ihrer Dissimilation ist (Kompensationspunkt), d. h., daß in den dar unter gelegenen Schichten keine Produktion organischer Substanz aus ar organischen Bausteinen mehr stattfindet. Da auch die ausgesprochene Schattenformen des Phytoplanktons sehr bald eine untere Grenze finder ist die eigentliche produktive Zone des Pelagials sehr dünn. Aus zah reichen weit verstreuten Einzeluntersuchungen ist bekannt, daß die Dick der für die Produktion ausreichend durchleuchteten Stufe durch den jahres zeitlichen Wechsel des Sonnenstandes, durch Trübstoffe des Wassers, di Bewegung der Wasseroberfläche etc. beeinflußt wird (nach CLARKE u OSTER 1934 z. B. Kompensationspunkt in Woods Hole ca. 7 m (n. GRAN), ir Golf von Maine 24 bis 30 m (n. REDFIELD). Wir sind jedoch sehr weit da von entfernt, etwa eine Karte des Lichtklimas im Ozean entwerfen z können. Das aber wäre notwendig, wenn wir die Bedeutung des Faktor Licht für eine ökologische Gliederung des Pelagials heranziehen wollten Die unmittelbare Beeinflussung der pelagischen Tiere durch das Licht is auch noch nicht geklärt; daß sie in starkem Maße vorhanden und teilweis sicher entscheidend wirksam bei der Zusammensetzung der Tierwelt ist ergibt sich aus den häufig sehr ausgedehnten tagesrhythmischen Vertikal wanderungen (bis über 200 m). Es kommen aber anscheinend im Bathy pelagial unterhalb der Eindringtiefe sichtbaren Lichtes vertikale Rhythmen vor (vergl. WELSH und NUNNEMACHER 1937), deren ursächliche Beziehungen noch nicht erkennbar sind. Dort, wo wir es mit Sprungschichten zu tun haben, wie z. B. im äquatorialen Atlantischen Ozean, spielen möglicher weise interne Wellen eine Rolle dabei, wie DEFANT 1941 zu zeigen suchte So viel aber läßt sich wohl sagen, daß für die Grenzzonen zwischen Epi und Bathypelagial Zonen bestimmter minimaler Lichtintensitäten charakte ristisch sein werden.

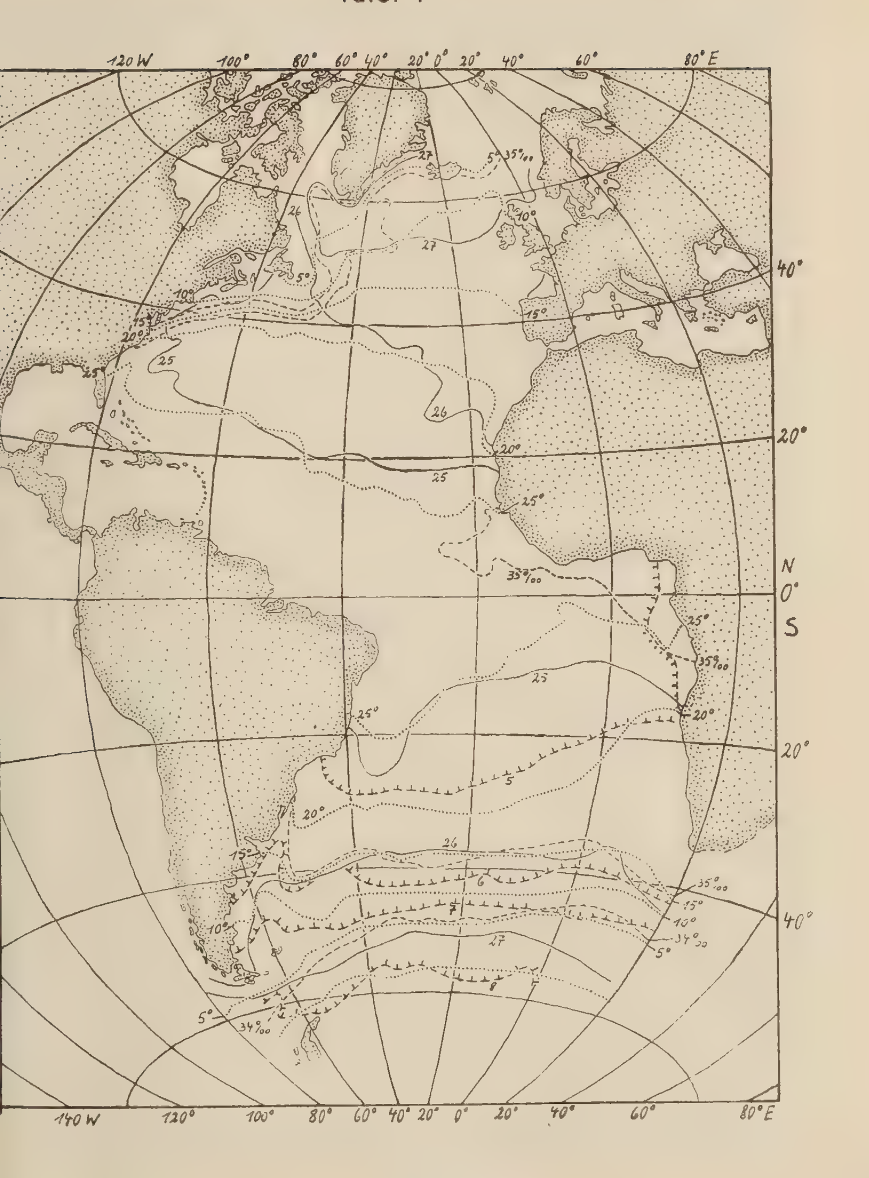
Für die regionale Gliederung des Epipelagials kann der Lichtfaktor siche dadurch herangezogen werden, daß ja in den tropischen und subtropischen Gebieten während des ganzen Jahres genügend Licht einstrahlt, so daß da mit eine dauernde Assimilation stattfindet, während in den polaren Teilen der Ozeane die organische Produktion zeitweilig ganz unterbrochen wird Ob sich in der breiten Übergangszone zwischen beiden Extremen biologisch wirksame Grenzzonen erkennen lassen werden, muß weiteren Untersuchun gen vorbehalten bleiben; diese müßten auch aus der Verteilung der Be wölkung und Nebelhäufigkeit Rückschlüsse ziehen, und zwar sowohl aus der Verteilung im Jahresmittel als auch in den für die Vegetation des Meeres besonders wichtigen Monaten.

Im thermischen Aufbau der Ozeane ist zwischen etwa 50° N und 50° S nach WÜST 1949 eine Warmwasser- von einer Kaltwassersphäre zu unter

---

Tafel 1: Isolinien im Atlantischen Ozean für verschiedene Temperaturen (........), Salzgehalte (- - - - - - - -), Dichten (————) und O_2-Gehalte (ı ı ı ı ı ı ı), (Zusammengestellt nach Angaben von Böhnecke, Wattenberg, Wüst u. a.)

Tafel 1


120 W
100°
80°
60°
40°
20°
0°
20°
40°
60°
80° E
40°
20°
N
0°
S
20°
40°
140 W
120°
100°
80°
60°
40°
20°
0°
20°
40°
60°
80° E

heiden, die durch eine Grenzschicht von 5 bis 10° C, in der eine enge ndelung der Isothermen vorliegt, getrennt sind. Die Warmwassersphäre igt im Atlantischen Ozean eine gewisse Asymmetrie zum Äquator und nfaßt die tropisch-subtropischen Gebiete. Mit ca. 800 und 300 m Mächtigit hat sie in etwa 30° N und 30° S ihr Maximum, ist am Äquator dagen infolge der besonderen dynamischen Verhältnisse und infolge der ge und Ausbildung einer starken Sprungschicht am geringsten ausbildet.

Den Mittelwert für die Oberflächentemperatur des Atlantischen Ozeans vischen 70° N und 65° Süd berechnete Böhnecke 1936 auf 16,8° C, wobei r Nordatlantische Ozean mit 20,1° C gegenüber dem Südatlantischen mit ,1° C einen großen Wärmeüberschuß aufweist. Schon aus dem Verlauf r von Böhnecke gegebenen Kurven ist ersichtlich, daß die horizontalen mperaturgradienten selbst in den Zonen-Mittelwerten nicht überall gleich oß sind, sondern daß Gebiete mit großen horizontalen Temperaturunterhieden solchen mit geringen Unterschieden gegenüberstehen. Im einzeln stellt Böhnecke dar, daß dem Antarktischen Kontinent ein großes Kaltassergebiet mit Temperaturen zwischen 0° bis —1,5° C vorgelagert ist s auf etwa 50° S von einer Zone mit starkem Temperaturanstieg begrenzt : Während von 60 nach 50° S das Jahresmittel um 3,2° C ansteigt, begt dieser Anstieg von 50 nach 40° S 7,5° C, von 40 nach 30° S 4,9° C d von 30 nach 20° S nur noch 1,9° C. Es ist also eine Berührungszone vischen dem kalten Polarwasser und den wärmeren Wassermassen vornden, die sich in den langfristigen Mittelwerten ausdrückt, im Einzelfall er wesentlich stärker ausgeprägt ist als in den Zonen-Mittelwerten. ese Zone wird allgemein als Polarfront bezeichnet, ihr Verlauf ist durch hlreiche Beobachtungen sichergestellt. Der fast zonal verlaufenden antktischen Polarfront mit klarer Kartenlage entspricht eine mehr meridional richtete arktische (Tafel 1), deren Verlauf infolge der andersartigen Verlung von Kontinenten und Meeren auf der Nordhalbkugel komplizierter, rker variabel und daher in jedem Falle neu festzulegen ist. An der larfront steigt auf einer Strecke von noch nicht einem Breitengrad die ttlere Wassertemperatur in einem Sprung von 2° auf 5,5° C an. Im Südantischen Ozean folgt weiter nördlich auf etwa 38 bis 40° S eine weitere ne hoher Temperaturgradienten, die „subtropische Grenze", wo die mperaturen 13 bis 16° C erreichen. Wie an der antarktischen Polarfront d an der subtropischen Grenze die jahreszeitlichen Schwankungen nur ring. Im Nordatlantischen Ozean liegen westlich 45° W Polarfront und otropische Grenze nahe beisammen und werden durch die Berührungsne von Labrador- und Golfstrom gebildet; ostwärts von 45° W diveren sie dagegen sehr stark, im Sommer durch Nordwärtsverschiebung r Polarfront noch mehr als im Winter.

Eine genaue Analyse der auftretenden Temperaturextreme würde hier weit führen, doch ergibt sich aus der Tabelle 9 bei Böhnecke die gende Übersicht (Tabelle III), aus der hervorgeht,

Tabelle 3.

Zone	0—10° S	10—20° S	20—30° S	30—40° S	40—50° S	50—60°
Differenz der angegebenen Extremwerte	4,7° C	5,9° C	6,9° C	10,5° C	11,4° C	6,2° C

daß in der Zone 30 bis 50° S wesentlich größere Temperaturschwankunge auftreten als in den äquator- und polwärts davon gelegenen Gebieten.

Diese skizzenhafte Charakterisierung der mittleren zonalen Temperatu verteilung im Atlantischen Ozean zeigt, daß an Hand der Scharung vo Isothermen verschiedene Gebiete thermisch gegeneinander abzugrenze sind. Den Grenzzonen kommt zweifellos eine biologische Bedeutung zu da mittleren horizontalen Temperaturgradienten von über 3° C auf relati geringer Strecke wesentlich schärfere Unterschiede im Einzelfall ent sprechen. Im Epipelagial lassen sich so die polwärts von den Polarfronte gelegenen Gebiete von denen zwischen Polarfront und subtropischer Grenz gelegenen unterscheiden, und das zwischen den beiden subtropische Grenzzonen befindliche Gebiet erscheint recht einheitlich und gut charakte risiert. In bezug auf die Differenzierung zwischen Epi- und Bathypelagia gibt die Temperatur anscheinend nur im tropisch-subtropischen Bereic eine Handhabe, da die Kaltwassersphäre sich kontinuierlich von der Ober fläche der hohen Breiten in die Tiefe der niederen Breiten fortsetzt.

Der Salzgehalt der Oberflächenschichten des Atlantischen Ozeans zeig ebenfalls Differenzierungen, die eine Variationsbreite von < 30 bis > 37 ‰ umfassen, wobei die Verhältnisse vor den großen Flußmündungen nich berücksichtigt sind. Wenn diese Variation als solche für die meiste marinen Organismen wahrscheinlich auch durchaus im Bereich des Erträg lichen liegt, so sind doch zwei wesentliche Gesichtspunkte zu beachten. Zu nächst ergibt sich, daß in den polaren Gebieten der Salzgehalt etwas ge ringer ist als in den tropisch-subtropischen Gebieten. Wir wissen zunächs nichts darüber auszusagen, welchen Einfluß die Kombination verringerter Salzgehaltes mit niedriger Temperatur und höheren Salzgehaltes mit hohe Temperatur auf die Organismen ausübt und wo sich etwa in der Skala de Kombinationen physiologische Schwellen ergeben. Zum anderen bewirken Salzgehalt und Temperatur die Dichte des Wassers. Diese aber ist von Be deutung für das Schwebevermögen, wirkt also direkt auf die Organismen sowie auf den Detritusgehalt; außerdem ist die Dichteverteilung wesentliche Ursache für die vertikalen Austauschvorgänge der Wassermassen. So sink z. B. an den Polarfronten das kalte, schwere Polarwasser in die Tiefe ab und bildet im Südatlantischen Ozean eine weit nach Norden reichende Zwischenschicht antarktischen Wassers, die sich nach geographischer Her kunft und biologischer Geschichte von den über- und unterlagernden Wassermassen unterscheidet. Noch größere vertikale Absinkvorgänge am antarktischen Kontinentalabfall bewirken das Zustandekommen des ant

ktischen Bodenstromes, und das aus der Straße von Gibraltar austretende lzreiche Tiefenwasser ist durch den Atlantischen und Indischen Ozean zu rfolgen. Im Bereich der tropischen Warmwassersphäre verhindert die chtesprungschicht, die in der äquatorialen Zone den Charakter einer errschicht annimmt, ein Übergreifen der turbulenten Vermischungsvornge auf die unter ihr gelegenen Schichten.

Mit diesen Erscheinungen sind aber zwei wichtige Voraussetzungen für e Ausbildung spezifischer Organismenwelten gegeben, denn die Verschung von Wassermassen verschiedener Herkunft ist wesentlich geger, als zunächst anzunehmen ist, und damit gewinnt die biologische eschichte der Wassermassen und Wasserkörper, auf die besonders KAS 1939 und FRASER 1939 hingewiesen haben (s. S. 27), ihre besondere deutung.

In den höheren Breiten südlich 60° S und nördlich ca. 50° N handelt es h im westlichen Teil des Atlantik bei dem Absinken in erster Linie um nreszeitlich bedingte Vertikalkonvektionen. Hier bilden sich im Sommer folge der Erwärmung der Oberflächenschichten thermische Sprunghichten aus. die einen Austausch nach der Tiefe erschweren oder unöglich machen, die aber im Winter wieder verschwinden, da bei der nterlichen Abkühlung eine Durchmischung mit den tieferen Wasserhichten erfolgt. Dieser Vertikalaustausch ist biologisch deshalb besonders chtig, weil er weitgehend für die Erneuerung der mineralischen Nährffe des Phytoplanktons verantwortlich ist. Im äquatorialen Gebiet dagen fehlen diese tiefgreifenden Vertikalkonvektionen, da sich hier eine eitgehend stabile thermohaline Sprungschicht findet, die einen Vertikalstausch verhindert und wahrscheinlich auch für das im folgenden zu berechende O_2-Minimum verantwortlich ist. In diesen Gebieten spielt das fquellende Tiefenwasser im Küstenbereich und an Divergenzlinien eine tscheidende Rolle für die Versorgung der Oberflächenschichten mit Nährffen.

Kurz hingewiesen sei noch auf die Unterschiedlichkeit in den Haupthtungen der Oberflächenströmungen. Während im Gebiet der Breiten dlich 40° S in erster Linie von W nach O gerichtete Strömungen vornden sind, verlaufen diese im äquatorialen Bereich von O nach W. In m zwischenliegenden Gebiet sind die Strömungen schwächer; die Behrungszone beider Hauptstromrichtungen wird als subtropische Konvernz bezeichnet. Vor dem amerikanischen, afrikanischen und europäischen ntinent sind die Küstenbereiche von meridional gerichteten Strömungen herrscht. In den Oberflächenschichten sind also, trotz der Austauschvornge, gegeneinander abgrenzbare Stromsysteme vorhanden, welche die undlage für eine verschiedenartige biologische Geschichte der Wasserassen abgeben. Das kommt besonders zum Ausdruck in den großen eanischen Zentralgebieten, die von den Hauptströmungen umschlossen nd. Auch in den Tiefen sind im Zwischen-, Tiefen- und Bodenstrom geneinander abgrenzbare Ströme größten Ausmaßes vorhanden, in denen e physikalischen und chemischen Eigenschaften der Wassermassen biolo-

gisch wohl weniger bedeutsam sind als vielmehr ihre ganz verschieden
Herkunft.

In der Dynamik der Ozeane spielt eine besondere Rolle die dynamisch Bezugsfläche, die „Nullschicht", in der praktisch keine Strömung vorhan den ist. Während diese Nullschicht in den niederen Breiten etwa in de Mittelachse des Atlantischen Ozeans bis an die untere Grenze der Warm wassersphäre (etwa 8° C) aufsteigt, liegt sie in den polaren und subpolare Zonen in ca. 2000 bis 3000 m Tiefe. In den höheren Breiten reichen di Konvektionsvorgänge bis zu ihr hinab. Ich halte es nicht für ausgeschlosser daß diese Nullschicht bei genauerer Kenntnis des Vorkommens der Organis men in der Abgrenzung zwischen Epi- und Bathypelagial einmal eine Roll spielen oder für eine Vertikalgliederung des Bathypelagials von Bedeutun sein kann.

Die horizontale Verteilung des O_2-Gehaltes zeigt in 0 und 25 m Tief nur geringe Verschiedenheiten: von 8 ccm/l in den Breiten südlich 60° nimmt er auf weniger als 5 ccm/l in den niederen Breiten ab, wobei di Isolinien für 8 ccm/l auf ca. 60° S, die für 7 und 6 ccm/l eng geschar zwischen 40 und 50° S liegen. Von 50 m Tiefe ab machen sich stärkere hor zontale Differenzen bemerkbar, da hier schon ein in mittleren Tiefen aus gebreitetes O_2-Minimum unter der Warmwassersphäre in Erscheinung trit Dieses, besonders in der Osthälfte und in der Mitte des Atlantik aus geprägte O_2-Minimum zeigte Werte unter 1 ccm/l, während z. B. auf 300 r Tiefe die Maximalwerte auf 50° S bei 6,5 ccm/l liegen.

Nicht nur in den Absolutwerten, sondern auch in den Sättigungsprozer ten finden sich derartige Differenzierungen: in den obersten Schichte variieren diese nur zwischen ca. 100 und ca. 90 %, im Bereich des O Minimums dagegen, z. B. auf 300 m Tiefe, zwischen ca. 90 und ca. 10 % Sie zeigen also sehr erhebliche Differenzen im Gesamtraum des Südatlant schen Ozeans, wobei von unserem Gesichtspunkt aus gesehen die Scharun der Isolinien in den Oberflächenschichten zwischen 40 und 50° S und i den tieferen Schichten der niederen Breiten zwischen ca. 150 und 500 r besonders bedeutungsvoll erscheint, weil ja eine Scharung von Isolinie sprunghafte Änderung der Faktoren auf engem Raum repräsentiert.

Die gute Versorgung der atlantischen Tiefen mit O_2 beruht auf de großen Absinkvorgängen in den arktischen und antarktischen Gebieten.

Für die Verteilung des CO_2-Druckes gilt ähnliches wie für de O_2. An der Oberfläche schwankt der CO_2-Druck zwischen ca. 2,5 un ca. 4×10^{-4} Atm., ohne daß sich besondere Bezirke herausheben. Schon i 100 m Tiefe dagegen ist außer einer Erhöhung des allgemeinen Durch schnittes im Ostteil des südatlantischen Raumes in den niederen Breite eine Steigerung auf 9×10^{-4} Atm. festzustellen, die in 400 m Tiefe au ca. 12×10^{-4} ansteigt. Auch hierbei treten ausgesprochene Scharungen de Isolinien hervor. In größeren Tiefen wird der CO_2-Druck dann wieder ge ringer und zeigt gleichmäßigere Verteilung.

Über das Zustandekommen des O_2-Minimums und CO_2-Maximums ha sich besonders WATTENBERG 1939 eingehend geäußert, wonach die Zufuh

ɔgestorbener organischer Substanz und die damit in Zusammenhang ehende Entwicklung von Bakterien und olivgrünen Zellen die wirksamen ıktoren sind, deren Wirkung nicht durch vertikale oder seitliche Aususchvorgänge ausgeglichen wird (vergl. auch WÜST 1935 und DIETRICH 936). In den tieferen Schichten geben für die O_2-Verteilung aber zweifels die vorwiegend horizontalen Austauschvorgänge den Ausschlag.

Auf die Verteilung der besonders für das Phytoplankton wichtigen ineralischen Nährstoffe und deren Ursache glaube ich hier nicht näher ngehen zu müssen, da sich hierzu HENTSCHEL verschiedentlich eingehend eäußert hat.

Nach den angeführten physikalischen, dynamischen und chemischen Geebenheiten läßt sich zusammenfassend folgendes feststellen: Besonders eutlich abgegrenzt ist ein Warmwassergebiet, das im Südatlantischen zean die Oberflächenschichten bis 40° S hin einnimmt. Nach Süden anhließend, bis ca. 60° reichend, ist an der Oberfläche eine Zone mit deutcher Scharung verschiedener Isolinien ausgebildet, in der außerdem verhiedene Vertikalbewegungen der Wassermassen in Erscheinung treten. idlich 60° S ist eine relativ einheitliche Kaltwasserzone ausgebildet. Dier mit wünschenswerter Deutlichkeit im südatlantischen Raum ausgeprägn Differenzierung entsprechen ähnliche Verhältnisse im Nordatlantik, enngleich hier die besonderen morphologischen Gegebenheiten und damit sammenhängend die Strömungen, insbesondere das Golfstromsystem, eine bänderung in der Linienführung bedingen. Auch in den beiden anderen zeanen lassen sich ähnliche Differenzierungsmöglichkeiten erkennen.

Die vertikale Gliederung tritt besonders deutlich in Erscheinung im Beich des Warmwassergürtels, wo Temperatur, Dichte, O_2- und CO_2-Gehalt ne so deutliche Bündelung der Isolinien zeigen, daß an einer ausgesprocheen Grenzzone in 200 m bis 500 m Tiefe nicht zu zweifeln ist. In den höhen Breiten erscheint die vertikale Gliederung weniger ausgesprochen, ı sich die an der Polarfront absinkenden Wassermassen mit, biologisch esehen, geringfügigen Änderungen ihrer Eigenschaften in dem Zwischenasser kontinuierlich von der Oberfläche bis in größere Tiefen verfolgen ssen. Zwei grundlegende Faktoren, nämlich Licht und Druck, müssen daei leider noch unberücksichtigt bleiben.

In welchem Maße auch in kleineren Räumen die hydrographische Differnzierung möglich ist, hat in jüngster Zeit DIETRICH 1950 für Nord- und stsee gezeigt. Es wäre sicher lohnend, dieser Gliederung auf hydroaphischer Grundlage eine solche vom rein biologischen Gesichtspunkt ıs gegenüberzustellen. Derartige kleinräumige Differenzierungen im elagial wird man aber kaum noch als selbständige Biocönosen bezeichen können.

IV. Biocönotische Wirkungszusammenhänge.

Es wurde einleitend darauf hingewiesen, daß mit der Betonung des bilen Gleichgewichtszustandes als eines Charakterzuges der Biocönosen n dynamischer Gesichtspunkt in die synökologische Betrachtung ein-

geführt sei. CASPERS (l c. p. 58-59) hält eine solche Betrachtung in de Synökologie einerseits für bedenklich, weil sie „zum Verschwinden de Einheiten" führt, andererseits sei sie nützlich, weil sie „uns die Ver knüpfung im Gemeinschaftsleben der Erde erst in ihrer Vielfältigkeit klarmacht.

Außerdem weist CASPERS auch auf folgendes hin: „. . ., wenn ein völli verschiedener Arten- und Gattungsbestand vorhanden ist, lassen sich doc die Lebensformtypen eines Biotops in Deutschland und in Ostasien ohn weiteres parallelisieren und damit die Isobiocönosen ermitteln." Da de Begriff der Lebensformtypen ein starkes funktionelles Moment enthäl (vergl. REMANE 1943), ist mit dem Hinweis auf die Lebensformtypen auc bei CASPERS der zweite dynamische, eingangs erwähnte Gesichtspunkt be rücksichtigt.

Im marinen Pelagial sind als autochthone Nahrungsproduzenten nu die Phytoplankter vorhanden, deren Existenz, wie erwähnt, vom Vor handensein ausreichender Licht- und Mineralstoffmengen abhängig ist. In folgedessen nimmt mit der Tiefe, also mit schwindendem Licht, unterhal des Kompensationspunktes auch die relative Zahl der herbivoren Tiere ab die der karnivoren zu. Bei Herbivoren und Karnivoren ist nun im Zu sammenhang mit der Verschiedenartigkeit der Nahrung der Bedarf ar Nahrungsmenge und die Physiologie des Nahrungserwerbs sowie der Verdauung verschieden. Die Wirkungszusammenhänge innerhalb der durchleuchteten Stufe sind also von denen der nicht durchleuchteten Schichter durchaus verschieden, allein auf Grund des Vorhandenseins bzw. Fehlens der primären Nahrungsproduzenten. Hinzu kommt, daß im oberen Pelagia die Bakterienflora offenbar eine ganz analoge Verbreitung in der Vertikalen zeigt wie das Phytoplankton.

Die durchleuchteten Schichten zeigen dabei noch weitgehende Verschiedenheiten, je nachdem sie sich über Flach- oder Tiefwassergebieten finden. In Flachwassergebieten besteht ein vollständiger Kreislauf der Stoffe, der verschiedene Teilkreise umfaßt. Der erste Teilkreis führt von den Nährstoffen plus Licht über das Phytoplankton und die Tiere direkt zu den Nährstoffen zurück; ein zweiter Teilkreis umfaßt außer Phytoplankton und pelagischen Tieren die gelösten organischen Stoffe sowie den Detritus, die in erster Linie Grundlage für das Gedeihen der Bakterien sind; schließlich greift in einem dritten Teilkreis die gesamte benthonische Besiedlung in den Stoffkreislauf ein durch direkte Zehrung am Plankton sowie durch die Umwandlung des aus dem Pelagial absinkenden Materials. Infolge des in Flachwassergebieten bestehenden intensiven Austausches zwischen den verschiedenen Wasserschichten erscheint der Kreislauf im Jahreszyklus geschlossen und bietet die Grundlage für eine auf die Dauer gesehen gleichmäßig hohe Produktion. Von besonderen Verhältnissen, wie sie etwa über den tiefen Mulden der Ostsee und im Schwarzen Meer infolge des salzreichen und daher schweren Tiefenwassers bestehen, ist bei dieser schematischen Darstellung natürlich abgesehen.

Über den Tiefwassergebieten liegen die Verhältnisse anders. Hier spielt r dritte Teilkreis, der das Benthal einbezieht, eine weniger deutliche olle, da die Rückführung der remineralisierten Stoffe weniger unmittelbar folgen kann und auf Bezirke beschränkt ist, an denen Tiefenwasser in e Oberflächenschichten aufsteigt. Den Beziehungen zwischen der Dichte r Besiedlung des Pelagials und der Intensität des Stoffaustausches ist viel ufmerksamkeit geschenkt worden (vergl. FRIEDRICH 1950 b). Das heißt er, daß ohne Berücksichtigung der dynamischen Beziehungen im physika- chen wie im biologischen Sinne ein Verständnis für die Verteilung und rganisation der pelagischen Organismenwelt gar nicht möglich ist.

Dieser Stoffkreislauf innerhalb des Pelagials bei gleichzeitiger Ein- naltung des Benthals ist dadurch bedingt, daß das Substrat, das Wasser so, infolge ihres höheren spezifischen Gewichtes die geformte organische ıbstanz auf die Dauer nicht schwebend erhalten kann, daß diese absinken uß. Eine gewisse Anhäufung scheint wenigstens zeitweise in bestimmten hichten einzutreten, wenn sich die mit Echolot festgestellten Erscheinun- n wirklich als „Detritus-Schirme" erweisen sollten. Auch die Ausbildung nes Sauerstoffminimums (s. S. 22) deutet darauf hin, doch ist über die rmanenz und Ausdehnung derartiger Anhäufungen noch zu wenig be- nnt. Erst in den Tiefenschichten bzw. im Benthal kann eine Akkumula- on von Nährstoffen eintreten, die bei längerer Dauer zu einer Verarmung oberen Pelagial führen kann. Durch die gesamtozeanische Zirkulation das Pelagial mit dem Benthal zu einer dynamischen Einheit verbunden, enso wie dadurch die verschiedenen Regionen und Zonen des Pelagials einem Zusammenhang stehen, den HARDY 1935 in seinen Diagrammen ranschaulichte.

Die Grundgesetzlichkeiten, nach denen in verschiedenen Regionen und onen des Pelagials der Stoffumsatz abläuft, gehen also durchaus andere ege und sind mit anderen biologischen Erscheinungen verknüpft, als es Benthal der Fall ist, so daß trotz der großen dynamischen Verknüpfung eider Lebensbezirke jeder seine spezifischen inneren Wirkungszusammen- nge hat. Man wird bei Berücksichtigung dieser internen Zusammen- nge ganz allgemein zu unterscheiden haben zwischen dem inneren irkungsgefüge einerseits, das im wesentlichen auf der unmittelbaren genseitigen Beeinflussung der Organismen beruht, und dem großräumi- n, langzeitlichen Gefüge andererseits, das im wesentlichen durch die namischen Erscheinungen des Raumes gegeben ist und in erster Linie e abiotischen Gegebenheiten berührt.

In der Planktonkunde, besonders bei Darstellung der gemäßigten und lten Gebiete, sind vielfach die jahreszeitlich verschieden zusammengesetz- n Besiedlungen gleicher Gebiete als besondere Gemeinschaften bezeichnet orden. Auch aus dem tropisch-subtropischen Epipelagial sind derartige eränderungen bekannt (vergl. MOORE 1949 über den Bermudabezirk), ogegen aus dem Bathypelagial hierfür verständlicherweise noch keine nhaltspunkte vorliegen. In zahlreichen Planktonkalendern aus dem neri- schen Bezirk spiegelt sich diese, aus der terrestrischen Biocönotik als

Aspektfolge bekannte Rhythmik wieder, die am auffälligsten ist in de Folge von Frühjahrsmaximum der Diatomeen, Sommermaximum der Copepoden und Herbstmaximum von Diatomeen und Peridineen. Die Kennzeichnung eines einzelnen Aspektes durch die „vorherrschende Metazoengruppe, die vorherrschende Protistengruppe und etwaige auffallende Zusätze", wie sie HENTSCHEL (l. c. p. 5) vorschlägt, ist natürlich aus rein praktischen Erwägungen zweckmäßig, doch sagt sie nichts aus über die gesamt Aspektfolge, über ihre bewirkenden Ursachen oder über die Biocönose al Ganzes, denn einen einzelnen Aspekt kann man niemals als Biocönose bezeichnen.

Eine kausale Analyse der Aspektfolgen ist bisher kaum in Angriff genommen worden. Die zahlreichen Beobachtungen über alternierendes Auftreten von Phyto- und Zooplanktern deuten auf intrabiocönotische Zusammenhänge hin, die über die wechselnde Wirkung der klimatische Faktoren hinausgehen, deren Erfassung aber kaum über das Stadium de Hypothesenbildung gediehen ist. HARVEY 1935 schreibt dem „grazing effect" des Zooplanktons bei der Abnahme des Phytoplanktons die entscheidende Bedeutung zu. Aus angestellten Berechnungen auf Grund einzelner Beobachtungen, z. B. an *Calanus finmarchicus*, ist zwar eine bedeutende Vernichtungsquote des Phytoplanktons durch Zooplankter ermittelt worden, doch sind m. E. die Beziehungen nicht einfach so linear zu sehen. Die Vermehrungsintensität des Phytoplanktons bei verschiedene Besiedlungsdichte und unterschiedlichen optischen Verhältnissen, bei zunehmendem Alter der Population und bei sich änderndem Mineralnährstoffgehalt, die Art des Nahrungserwerbs der verschiedenen Zooplankte (Filtrierer, Räuber etc.), das Größenverhältnis zwischen Nahrung und Konsumenten sowie andere rein biologische Grundlagen müßten als Faktore in eine solche Berechnung eingehen, ohne daß wir aber über ihre Größenordnung und die Möglichkeiten ihres Ansatzes in der Rechnung auch nu die geringsten Aussagen machen könnten. Infolgedessen kann der vo FLEMING 1939 aufgestellten Gleichung $\frac{dP}{dt} = P\,(a - [b_e^{\cdot} + ct])$[1] keine allgemein gültige Bedeutung beigelegt werden, zumal ihr die Annahme konstanter Bedingungen zugrunde liegt. Auch der von RILEY, STROMMEL und BUMPUS 1949 entwickelten Formel, in der weitere Faktoren berücksichtig sind, als FLEMING sie anführt, stehe ich mit Zurückhaltung gegenüber, da sie wohl für Einzelfälle, kaum aber für die Vielfalt der Möglichkeite repräsentativ sein kann.

HARDY 1935 entwickelte aus seinen Beobachtungen über die raumzeitlichen Beziehungen zwischen Phyto- und Zooplankton in der Antarktis einen anderen Gedanken. Aus der Tatsache, daß im gleichen Gebiet Phytoplanktondichte und Dichte der Besiedlung mit verschiedenen Zooplanktern

---

[1]) Es bedeuten in dieser Gleichung: P die Diatomeen-Population, a einen Ausdruck für die Teilungsrate, b einen Ausdruck für die Anfangszehrung, c die Rate mit der die Zehrung ansteigt. dP/dt ist die zeitliche Änderung der Diatomeenpopulation.

esonders Euphausiaceen, häufig umgekehrt proportional sind, schließt ARDY auf einen „animal-excluding"-Effekt des Phytoplanktons. Ähnliche eobachtungen liegen vor für Foraminiferen, Radiolarien, Polychaeten, rustaceen, Mollusken, Tunikaten und Fische (vergl. LUCAS 1938), wogen andere Formen, z. B. *Calanus simillimus, Drepanopus pectinatus* und *ntarctomysis maxima* das umgekehrte Verhalten zeigen, die Copepoden *alanus acutus, Rhincalanus gigas* und *Oithona frigida* aber indifferent zu in scheinen. Da einerseits der Phosphatgehalt des Wassers als Indikator r einen gegenwärtigen oder vor kurzer Zeit vorhandenen reichen Phytoanktongehalt gelten kann, da andererseits *Euphausia superba* als der auptnahrungsbestandteil der Fin- und Blauwale phosphatarmes Wasser eidet, die Wale aber ihrer Nahrung folgen, sucht HARDY aus dem osphatgehalt einen Indikator für die Mutung auf Wale zu finden. Über e Art des „animal excluding" - Effektes lassen sich nur Vermutungen ißern. Man kann an chemische Zusammenhänge denken, etwa an das ehlen gewisser Stoffe durch Zehrung seitens des Phytoplanktons oder ngekehrt an das Vorhandensein spezifischer, durch reiches Phytoplankton ogeschiedener Stoffe, oder aber an mehr mechanische Einwirkung, die irin bestehen könnte, daß durch eine überoptimale Entwicklung der esiedlungsdichte der Nahrungserwerb oder die Funktion der Kiemen ehindert wird. Eine vergleichende Analyse des Nahrungserwerbs der ruppen, die positiven oder negativen „Excluding-Effekt" zeigen oder sich different verhalten, könnte hier schon weiter führen.

LUKAS 1938 hat unter der Bezeichnung „biological conditioning" den edanken entwickelt, daß allgemein durch das Vorhandensein der Organisen die Wasserkörper besondere Eigenschaften gewinnen, von denen wieerum weitere Entwicklung und Zusammensetzung der Lebewelt abhängig nd. FRASER 1939 hat dem folgendermaßen Ausdruck gegeben: „Where vo neighbouring water masses have similar temperatures and salinities it an entirely different plankton content, a difference of medium of more ofound effect in the biological community and fish population is present an a slight physical change with biological similarity. The actual phycal change of one or two degrees of temperature or parts per thousand salinity will not be of vital effect unless accompanied by a biological ange of conditions, ..." (p. 33). Durch weitere Untersuchungen der otischen Verhältnisse im Meere (vergl. PETTERSSON 1935 u. WYRTKI 1950) nd durch Parallelisierung dieser Ergebnisse mit gleichzeitigen chemischen nd biologischen Untersuchungen könnte dieser Fragenkomplex des „biogical conditioning" sicherlich weiter aufgehellt werden. Ich möchte veruten, daß hier Erscheinungen eine Rolle spielen, die als antagonistische Virkung verschiedener Organismen aufeinander aus der Ökologie der flanzen, besonders aber aus der antibakteriellen Wirkung verschiedener ilze, bekannt geworden sind. Gewisse Anzeichen dafür scheinen mir auch arin gegeben, daß im Bereich lebenden Phytoplanktons die Entwicklung on Bakterien geringer zu sein scheint als dort, wo sich aus dem Phytolankton gebildeter Detritus befindet. Vor allem ZOBELL 1946 weist auf die

Tatsache hin, daß im Seewasser gelöste, thermolabile adsorbierbare Stoff vorhanden sind, welche die Entwicklungsmöglichkeiten von Bakterie hemmen, denn nach Sterilisation durch Kochen entwickeln sich Bakterie schneller als in nicht sterilisiertem Seewasser.

Im terrestrischen und limnischen Lebensbereich ist die Sukzession ve schiedener Biocönosen eine besondere dynamische Erscheinung, die sic bei gleichbleibenden ökologischen Bedingungen abspielt und im wesen lichen auf die Gestaltung des Raumes durch die massige Entwicklung dc Pflanzen zurückgeführt werden kann. Bis zu einem gewissen Grade ist i dem „biological conditioning" wohl eine Parallele hierzu zu sehen, abe erst eine langfristige Beobachtung der gleichen Wassermasse auf ihrer Wege durch den ozeanischen Raum könnte hierüber weiteren Aufschlu geben.

Diese Hinweise zeigen sehr klar, daß die intrabiocönotischen Wirkungs zusammenhänge keineswegs zu einer völligen Verwischung der Einheite führen, daß sie vielmehr notwendigerweise berücksichtigt werden müsser wenn wir irgendwelche Aussagen über die Ursachen von Aspektfolgen usw machen wollen. Allerdings ist zu fordern, daß die angeführten Hypc thesen durch vergleichend-biologische Untersuchungen sowie durch Fort führung der vereinzelt begonnenen experimentellen Analyse (z. B. Bain bridge 1949) weiter geprüft werden. Im ozeanischen Bereich werden di Beziehungen Phytoplankton—Zooplankton (und Nekton) wegen der größe ren Konstanz der Bedingungen einfacher sein als in den Flachwassergebie ten, doch können wir diesen Gesichtspunkt wegen der fehlenden Unterlager noch nicht zu einer Gliederung des Pelagials heranziehen.

V. Verschiedene Lebensformtypen im Pelagial.

Das besondere Formproblem der pelagischen Organismen ist vielfach behandelt und dargestellt, vor allem in bezug auf Körpergestalt, Mitte zur Herabsetzung des Übergewichts und andere spezielle Schwebemerk male, Färbung etc. Die Darstellungen sind meist aber sehr summarisch und wo sie auf die Unterschiede verschiedener Regionen oder Zonen ein gehen, sind fast ausschließlich Epi- und Bathypelagial gegenübergestellt Zu einer eingehenden Analyse der Lebensformtypen des Pelagials fehler aber noch zu viele Beobachtungen, da einerseits die morphologischen Be schreibungen vielfach keine Rückschlüsse gestatten, andererseits Lebend beobachtungen häufig nicht möglich sind. Hier müssen daher zunächs einige Hinweise genügen.

Die Charakterisierung der neritischen Region durch die meropelagischer Formen und der Hinweis auf die Besiedlung der ozeanischen Region vor wiegend durch holopelagische Formen beruhen auf der Ausprägung ver schiedener Entwicklungstypen. Wie die Euphausiaceen zeigten (s. S. 13) prägen sich diese Unterschiede sogar innerhalb einer Familie aus. Über die Fortpflanzungsbiologie der Pelagialtiere ist noch sehr wenig bekannt, doch scheint es, als seien Kopulation und abgekürzte Entwicklung bei zahl-

ichen Formen charakteristisch (vergl. FRIEDRICH 1949). Im Bathypelagial ıd mit ziemlicher Sicherheit besondere Verhältnisse zu erwarten, worauf B. das Vorkommen von Zwergmännchen am Körper der Weibchen bei anchen Tiefseefischen hinweist.

Überkompensierte Systeme (JACOBS 1943), die im Pleustal an der Oberche treiben, haben sich ausschließlich in der Warmwassersphäre entckelt.

Besonderer Beachtung wäre auch eine Analyse der Verteilung der örpergröße wert. Es finden sich zahlreiche Angaben darüber, daß die opepoden der Kaltwassergebiete größer sind als die der warmen Meeresbiete (vergl. z. B. STEUER 1933 über *Pleuromamma*). In der Tiefsee finden h sowohl im Benthal als im Pelagial aus verschiedenen Gruppen die bei eitem größten Vertreter, z. B. unter den Ostacoden *Gigantocypris*, die opendicularie *Bathochordaeus*, die Ascidie *Culeolus* und die Salpen *oliolum intermedium, D. resistibile* und *Doliopsoides meteori*. Ebenso ıd die Riesentintenfische der Familie Architeuthidae wahrscheinlich Tiefebewohner, neben denen allerdings eine Fülle von kleinen Arten vormmt, so daß sich für die Größenverteilung der pelagischen Formen wohl um eine Regel aufstellen lassen wird. Über Großformen der Tiefsee nn auch kaum ein größeres Vergleichsmaterial vorliegen, da die bisher gewandten Fangmethoden für größere Tiere ungeeignet waren, vor allem lcher Tiere, die wie Fische und Tintenfische eine größere Eigenbeweghkeit besitzen.

Von besonderer Bedeutung wäre eine Analyse der Verteilung verschiener Ernährungstypen. Unter den pelagischen Großformen sind Filtrierer ering, Riesenhai, Bartenwale) vor allem an die planktonreichen neritischen d Kaltwasserregionen gebunden, während die räuberischen Formen (z. B. ch die Zahnwale) gleichmäßiger im Gesamtraum verteilt zu sein scheinen. r die Wirbellosen lassen sich derartige Beziehungen einstweilen noch cht ermitteln. Auffällig muß scheinen, daß unter den zahlreichen Tiefseechen bisher m. W. keine filtrierende Form bekanntgeworden ist, daß es h im Gegenteil meist um Formen mit ausgeprägtem räuberischem Gebiß ndelt, besonders bei den Stomiatidae. GÜNTHER 1950 hat besonders auf e höchst eigenartige Maulbildung bei den Tiefseefischen hingewiesen, e im Zusammenhang mit einer extremen Ausbildung der Kieferbögen d des Hyomandibulare bis zur Reduktion des Mundbodens führen kann *alacosteus indicus*). Dagegen scheint bei einem relativ hohen Prozenttz der Wirbellosen auch in der Tiefsee filtrierende Ernährungsweise vorkommen (Salpen, Appendicularien, thecosomate Pteropoden, *Nebaliopsis*, phausiaceen u. a. Crustaceen), ohne daß aber eine statistische Gegenerstellung von Epi- und Bathypelagial bereits möglich wäre. Immerhin eist das Vorhandensein von Filtrierern und Strudlern auch in der Tiefsee rauf hin, daß die Ernährungsbedingungen jedenfalls in gewissen Tiefen cht gar so ungünstig liegen müssen. Die Tiefseesalpen wurden bisher diglich in dem an der Polarfront absinkenden antarktischen Zwischenasser gefunden. Sollte sich dieser Befund bestätigen, so könnte daraus

wohl ein Hinweis auf die besondere Bedeutung der biologischen Geschicht der Wassermassen abgeleitet werden.

Regionale Unterschiede bestehen offenbar auch in der Verteilung de Tiere mit gallertiger Körperbeschaffenheit; sie sind in den Warmwasse gebieten häufiger als in den kalten Regionen. So fehlen außerhalb de tropisch-subtropischen Region Typen wie Salpen, Heteropoden, *Cymbuli* unter den Pteropoden, Mondfisch u. a. Es liegt nahe, hier an besondere Be ziehungen zwischen Organisation und Milieu zu denken, ohne daß abe diese bereits einer Analyse zugänglich wären.

Auf die Unterschiede in der Färbung der Oberflächen- und Tiefenforme sowohl bei Fischen als auch bei den Wirbellosen ist vielfach hingewiese worden. Ebenso bestehen ganz offenbare korrelative Beziehungen zwische der Ausbildung der Sinnesorgane (Augen, Tastorgane) und der Tiefer verbreitung, denen solche in der Entwicklung der Leuchtorgane an di Seite gestellt werden können.

Hardy und Gunther 1936 (p. 359/360) weisen darauf hin, daß sich in de warmen Gebieten besonders häufig Foraminiferen und Radiolarien m symbiontischen Algen finden. Sie sprechen von „imprisoned plankton und führen diese Symbiosen letzten Endes auf die relative Mineralstof armut der tropischen Gebiete zurück. Es ist also durchaus möglich, da hier ein besonderer Lebensformtyp mit ausgesprochener regionaler Ve breitung vorliegt, und es wäre zu prüfen, ob sich dazu weitere Parallele auffinden ließen. Im Benthal sind solche Parallelen ja bei den Aktinie und Korallen gegeben (vergl. auch Yonge, 1944).

Schon diese wenigen stichwortartigen Andeutungen lassen erkennen, da weite Räume des ozeanischen Pelagials ganz offenbar durch die Entwick lung besonderer Lebensformen gekennzeichnet sind, ein besonderer Hin weis darauf, daß das Wirkungsgefüge starke Differenzen aufweist. Übe die Schärfe der Abgrenzungen kann aber nur wenig gesagt werden vorers

VI. Zur Ausdeutung der Befunde.

Ein Vergleich der Angaben in den vorangegangenen Kapiteln zeigt, da sich eine klare Kongruenz in der Abgrenzbarkeit bestimmter Teilräum innerhalb des Pelagials ergibt, und zwar sowohl nach der Verteilung de Organismen und den abiotischen Milieufaktoren, als auch nach den be sonderen dynamischen Zusammenhängen und wahrscheinlich auch für di allgemeine Ausprägung der Lebensformtypen. Aus der Lückenhaftigke des Beobachtungsmaterials und der in der Beweglichkeit gelegenen Eigen art des Milieus erklärt es sich, daß eine schärfere Grenzziehung nur i wenigen Fällen möglich ist, und daß die Ausdeutung mancher Erscheinur gen, insbesondere im Wirkungsgefüge, noch kaum über das Stadium erste Hypothesenbildung hinaus gediehen ist. Trotzdem aber scheint mir ein kurze Diskussion der insgesamt sich abzeichnenden Erscheinungen möglic

Die aufgezeigten Gliederungsmöglichkeiten haben zweifellos wei gehend geographischen Charakter, was auch in der Wahl der Termir Regionen, Zonen, Bezirke usw. zum Ausdruck gebracht ist. Es bleibt z

skutieren, inwieweit darüber hinaus synökologische Gesichtspunkte eltend gemacht werden können. Hierzu ist aber nötig eine kurze Betrachng der gegenseitigen Stellung von Biogeographie und Synökologie. Aufbe der Biogeographie ist es, die Verbreitung der Organismen auf der de festzustellen und die Ursachen dieser verschiedenartigen Verbreitung ergründen. Die kausalen Zusammenhänge werden dabei gesucht auf dgeschichtlichem Gebiet, in den den Organismen eigentümlichen Auseitungsmitteln und den gegebenen Ausbreitungsmöglichkeiten, in der esamtheit der klimatischen und edaphischen Faktoren sowie in den ysiologischen Fähigkeiten der Organismen, die die Grundlage für die istenz unter ganz bestimmten Bedingungen sind. Zunächst steht im ittelpunkt der biogeographischen Forschung die Art. Durch Zusammenssung gleicher oder ähnlicher Verbreitungsbilder zahlreicher Arten gengt die Biogeographie zur Abgrenzung bestimmter natürlicher großumiger Einheiten. Die Entstehung dieser Einheiten wird aus den historihen Abläufen und den abiotischen Gegebenheiten gedeutet. Die Beehungen der in den Einheiten vorhandenen Organismen zueinander, die usprägung besonderer Organisationsmerkmale bei den Organismen nerhalb der Einheiten wird zwar von der Biogeographie berücksichtigt ergl. besonders Hesse 1924), ist aber im eigentlichen Sinne Aufgabe der kologie, und zwar der Synökologie. Ausgangspunkt für die Biogeographie primär die Art, für die Synökologie dagegen der Artenverband. Da nerseits aber die Biogeographie in ihren regionalen Einheiten zu Übernstimmungen mehrerer, u. U. vieler Arten kommt, andererseits die Synkologie vielfach auf die Einzelart und ihr Verhalten im Gesamtraum zuckgreifen muß, enthält die Biogeographie zahlreiche synökologische Moente, wie umgekehrt der Synökologie ein starker geographischer Chakter eigen ist. Der wesentliche Unterschied liegt darin, daß die Synkologie nach kleineren Einheiten innerhalb der großräumigen biogeograischen Raumabgrenzungen sucht und innerhalb dieser das ihnen eigenmliche Wirkungs- und Organisationsgefüge zu ermitteln trachtet. Es ist fensichtlich, daß bei der Kontinuität des Raumes und den physikalischen genschaften des Milieus innerhalb des Pelagials nur schwer oder gar nicht it kleineren Raumeinheiten gerechnet werden kann. Trotzdem bleibt, er die biogeographische Fragestellung hinausgehend, die synökologische ufgabe zur Erforschung der jeweiligen besonderen strukturellen und namischen Zusammenhänge bestehen. Da sich erwiesen hat, daß den grenzbaren geographischen Einheiten des Pelagials jeweils besondere ige dieser Art eigen sind, gewinnen sie den Charakter biocönotischer nheiten.

Der neritischen oder Flachwasserregion wird man ohne Zweifel den harakter einer echten Biocönose zuerkennen, die ihre besondere Ausägung vor allem dem Kontakt mit dem anderen Substrat des Meeresodens verdankt. Hier ist nicht nur die artenmäßige Zusammensetzung d die Ausprägung von Lebensformen am klarsten, sondern auch die namischen Eigenarten sind besonders spezifisch. Bei der Erstreckung der

Biocönose durch alle Klimate sowie im Gebiete verminderten Salzgehalte werden sich eine Reihe verschiedener Varianten, Modalitäten herausstelle lassen, deren Mannigfaltigkeit örtlich noch erhöht wird durch mehr ode weniger regelmäßigen Einstrom aus dem ozeanischen Bereich. Als Be spiel sei hier die Nordsee genannt. Weitere Modalitäten ergeben sic wahrscheinlich, wenn man nicht so sehr die Flachwassernatur in den Vorde grund stellt als vielmehr die Bodennähe, denn dann dehnt sich der gesamt Bereich u. U. bis in die Tiefsee aus. In dieser Beziehung sind aber di Lücken unserer Kenntnis noch zu groß für eine Beurteilung der Sachlage

Auch dem ozeanischen Bereich kommen insgesamt die Qualitäten eine Biocönose zu, und hier scheint mir die Frage entscheidend, ob die au gezeigte Gliederung als biocönotische Gliederung anzusprechen ist. Der Epipelagial sind in seiner Gesamtheit einige allgemeine Züge eigen, vo allem durch das Vorhandensein der primären Nahrungsproduzenten, di dem Bathypelagial fehlen. Andererseits besitzt das Warmwasserpelagia einen anderen Artenverband, andere Lebensformtypen und andere intra biocönotische Wirkungszusammenhänge als das Epipelagial des Kalt wassers, so daß m. E. auch hier die geographische Gliederung als syn ökologische aufgefaßt werden kann. Da zunächst die Temperatur als de wesentliche und ausschlaggebende Faktor in Erscheinung tritt, sei auf di übrigen Besonderheiten der abiotischen Faktoren in diesem Bereich noch mals hingewiesen, und es erscheint zweckmäßig, bei einer Bezeichnung de Biocönose weniger Rücksicht auf die Temperatur als auf andere, noch ge nauer herauszuarbeitende Eigenschaften zu nehmen. Vor allem ist die Be rücksichtigung der biologischen Geschichte der Bezirke notwendig.

Mit der gleichen Begründung glaube ich dem Bathypelagial den Charak ter einer Biocönose zuerkennen zu können. Die Tatsache, daß dieser ganz Lebensbereich in der Nahrungszufuhr vom Epipelagial abhängig ist, kan m. E. nicht dagegen sprechen, da auf eine prinzipiell gleiche Abhängigkei der tieferen marinen Weichböden bereits hingewiesen wurde. Gegen di Auffassung des Bathypelagials als eines Stratums einer umfassenderen Bio cönose möchte ich geltend machen, daß die Strata der terrestrischen Bio cönosen z. B. weitgehend durch die Pflanzen der Biocönosen selber ge geben sind (Kronen-, Strauch-, Laubschicht des Waldes) und daß die ent ferntesten Strata der terrestrischen Biocönosen, z. B. Erdboden und Kronen schicht des Waldes, durch die pflanzlichen Organismen in unmittelbarer Be ziehung zueinander stehen. Zum mindesten beruht also die Schichtung wenn man sie überhaupt vergleichen will, im Pelagial auf grundsätzlich anderen Voraussetzungen als in terrestrischen Biocönosen und könnte kaum mit dem gleichen Terminus belegt werden.

Für die Abgrenzbarkeit der pelagischen Biocönosen müssen andere Maß stäbe angewandt werden, als sie in der terrestrischen Biocönotik üblich sind. Aber auch im marinen Benthal kennen wir allmähliche Abstufungen und betrachten doch die Endglieder als besondere Gemeinschaften. Hier sei erinnert an die Verhältnisse der eigentlichen Ostsee, wo wir im west lichen Teil (ostwärts der Darßer Schwelle) eine Molluskenassoziation haben

yprina, Astarte, Abra mit ihrer Begleitfauna), die nach Osten und Norden eine Crustaceenassoziation übergeht *(Mesidotea, Pontoporeia)*, ohne daß ärfere Grenzzonen zwischen beiden bekannt wären.

)ie andersartigen Maßstäbe beziehen sich auf räumliche Ausdehnung, ärfe der Begrenzungen und Weiträumigkeit der wechselseitigen Beflussungen, die sich aus der Struktur des Milieus ergeben. Diese anderen ßstäbe tangieren aber nicht die Anwendungsmöglichkeiten und den ltungsbereich der in der terrestrischen und limnischen Synökologie anvandten Forschungsprinzipien auf das marine Pelagial. Allerdings muß ont werden, daß dem hier gegebenen ersten zusammenfassenden Verh noch wesentlich erweitertes Beobachtungsmaterial zugefügt werden ß, ehe sich seine Allgemeingültigkeit definitiv erweisen kann.

ur Entwicklung meiner dargestellten Anschauungen haben wesentlich beigetragen kussionen, die ich insbesondere mit den Herren Kollegen vom Institut für Meeresde in Kiel hatte. Ich möchte ihnen daher auch von meiner neuen Wirkungste aus in alter Verbundenheit danken und damit gleichzeitig zum Ausdruck ıgen, daß für die Gewinnung neuer Ergebnisse und fortschreitender Erkenntnisse gegenseitigen persönlichen und sachlichen Beziehungen zwischen den verschieen Instituten nur förderlich sein können.

Anschrift des Verfassers:
Professor Dr. H. Friedrich, Institut für Meeresforschung, Bremerhaven-G.

Literaturverzeichnis

.EN, W. E. 1946. Significances of „Red Water" in the sea. Contrib. Scripps Instit. of Oceanogr. No. 287.
.EN, W. E. 1946. „Red Water" in La Iolla Bay in 1945. Contrib. Scripps Instit. of Oceanogr. No. 283.
NBRIDGE, R. 1949. Movement of zooplankton in diatom gradients. Nature 163, p. 910—911.
BE, W. 1933 ff. Deep-sea fishes of the Bermuda Oceanographic Expeditions. Zoologica, Vol. XVI ff.
NARD, Fr. 1939. Etude sur les variations de fertilité des eaux méditerranéennes. Climat et Nanoplancton à Monaco en 1937/38. Journ. du Conseil, Bd. 14.
HNECKE, G. 1936. Temperatur, Salzgehalt und Dichte an der Oberfläche des Atlantischen Ozeans. Wiss. Ergebn. Deutsche Atlant. Exped. „Meteor", Bd. V.
NDT, K. 1895/96. Biologische und faunistische Untersuchungen an Radiolarien u. anderen pelagischen Tieren. Zoolog. Jahrb. Abt. System. Bd. 9.
)WN, L. A. 1929. The Natural History of Cladocerans in Relation to Temperature I, II, III. American Naturalist, Vol. 63.
JUN, A. Fr. 1935. Flying-Fishes (Exocoetidae) of the Atlantic. Dana-Reports Nr. 6.
NNON, H. Gr. 1931. Nebaliacea. Discovery Reports, Vol. III, p. 199—222.
JN, C. 1887/89. Die pelagische Tierwelt in größeren Meerestiefen und ihre Beziehungen zu der Oberflächenfauna. Biblioth. zool., Bd. I.

CLARKE, G. L. u. OSTER, R. H, 1934. The Penetration of the blue and red cc ponents of daylight into Atlantic Coastal Waters and its relation to Phy plancton metabilism. The Biolog. Bull. Vol. 67, p. 59—75.

COE, W. R. 1945. Plankton of the Bermuda Oceanographic Expeditions. XI. Bat pelagic Nemerteans of the Bermuda Area and other parts of the North a South Atlantic Oceans, with evidence as to their Means of Disper Zoologica, Vol. 30, part 3, p. 145—168.

COE, W. R. 1946. The means of dispersal of bathypelagic animals in the No and South Atlantic Oceans. The Amer. Naturalist, 80, p. 453—469.

DEFANT, A., und WÜST, G, 1936. Schichtung und Zirkulation des Atlantisch Ozeans. Wiss. Erg. Deutsche Atlant. Exp. „Meteor", Bd. VI, Teil I, Lfg. 1-

DEFANT, A. 1938. Aufbau und Zirkulation des Atlant. Ozeans. Sitz. Ber. Akad. d. Wiss., Math.-Phys. Kl. 14.

DEFANT, A. 1941. Die absolute Topographie des physikalischen Meeresnivea und der Druckflächen, sowie der Wasserbewegungen im Atlantischen Oze Wiss. Erg. Deutsche Atlant. Exp. „Meteor", Bd. VI, Teil II, Lfg. 5.

EINARSSON, H. 1945. Euphausiacea I. Northern Atlantik Species. Dana-Rep No. 27, p. 1—185.

FAGE, L. 1933. Migrations verticales périodiques des Animaux benthigues lit raux. Rapp. et Proc. Verb. Vol. 85.

FARRAN, G, P. 1920. On the local and seasonal distribution of the pelagic Co poda of the Southwest Coast of Ireland. Publ. de Circonstance No. Kopenhagen.

FLEMING, R. H. 1939. The Control of Diatom Populations by Grazing. Journ. Conseil. Vol. 14, No. 2.

FRASER, J. H. 1937. The distribution of Chaetognatha in Scottish waters dur 1936, with notes on Scottish Indicator Species. Journ. du Conseil, Vol. 1 p. 311—320.

FRASER, J. H. 1939. The Distribution of Chaetognatha in Scottish Waters in 19 Journ. du Conseil, Vol. 14.

FRIEDRICH, H. 1950 a. Vorkommen und Verbreitung der pelagischen Polychaet im Atlantischen Ozean. Auf Grund der Fänge der „Meteor"-Expediti „Kieler Meeresforschungen", Bd. VII, p. 1—23.

FRIEDRICH, H. 1950 b. Versuch einer Darstellung der relativen Besiedlungsdich in den Oberflächenschichten des Atlantischen Ozeans. „Kieler Meer forschungen", Bd. VII, p. 108—121.

GÜNTHER, Kl. u. DECKERT, K. Wunderwelt der Tiefsee. Berlin 1950.

GÜNTHER, Kl. 1950. Ökologische und funktionelle Anmerkungen zur Frage c Nahrungserwerbes bei Tiefseefischen mit einem Exkurs über die ökolo schen Zonen und Nischen. Moderne Biologie, Festschr. f. Hans Nachtshei Berlin, 1950, p. 55—93.

HAECKER, V. 1908. Tiefsee-Radiolarien. Wiss. Ergebn. Deutsche Tiefsee-E Valdivia, Bd. 14.

HAGMEIER, A. u. KÜNNE, Cl. 1950. Die Nahrung der Meerestiere in: Handb. Seefischerei Nordeuropas, Bd. 1, 5a, p. 1—85., herausg. Lübbert, Ehrenbau u. Willer, Stuttgart.

HARDY, A. C. und GUNTHER, E. R. 1935. The Plankton of the South Geor Whaling Grounds and adjacent waters. Discovery Reports, Bd. XI.

HARVEY, H. W. 1934. Measurement of Phytoplankton Population. Journ. M Biolog. Assoc. Plymouth, Bd. 19.

HENTSCHEL, E. 1939. Kinetisches und akinetisches Plankton. Die Naturwiss schaften, Jahrg. 1927, 13, pp. 209—211.

HUTCHINS, L. W. 1947. The basis for temperature zonation in geographi distribution. Contribution N. 374 from the Woods Hole Oceanograpl Institution, p. 325—335.

KALLE, K. 1950. Der Mechanismus des ozeanischen und des kontinentalen P duktionsvorganges. Deutsche Hydrogr. Zeitschr., Bd. 3, pp. 62—69.

AMP, P. L. 1947. Medusae III. Trachylina and Scyphozoa with zoogeographical remarks on all the Medusae of the Northern Atlantic. The Danish „Ingolf"-Exp. Vol. V, Part 14, p. 1—66.
HL, W. 1938. Chaetognatha. Bronns Klassen u. Ordnungen. Bd. IV, Abt. 4, 2. Buch, Teil 1.
HLBRODT, E. 1940. Die Klimate des Atlantischen Ozeans und seiner Inseln. in: Das Meer in volkstümlichen Darstellungen. Bd. 8. Berlin 1940.
BIANCO, S. 1904. Pelagische Tiefseefischerei in der Umgebung von Capri. Jena.
HMANN, H. u. HENTSCHEL, E. Die Appendicularien im Südatlantischen Ozean. Wiss. Ergeb. Deutsche Atlant. Expedition „Meteor", Bd. XIII.
CAS, C. E. 1936. On certain inter-relations between Phytoplankton and Zooplankton under experimental conditions. Journ. d. Conseil, Vol. XI_3, p. 343 bis 362.
CAS, C. E. Some Aspects of Integration in Plankton Communities. Journ. d. Conseil, Vol. 13_3, p. 309—322.
ORE, H. B. 1949. The Zooplankton of the upper waters of the Bermuda Area of the North Atlantic. Bull. Bingham Oceanogr. Collection, Vol. XII (2), p. 1—97.
MANN, W. 1941. Der Nährstoffhaushalt in der nordöstlichen Adria. Thalassia, Bd. V, 2. p. 1—68.
TMANN, A. E. 1896. Grundzüge der marinen Tiergeographie. Jena., G. Fischer.
TESTAD, P. 1932. On the Biology of some Southern Copepoda. Hvalrådets Skrifter Nr. 5.
TERSSON, H. 1935. Submarine daylight and the transparency of sea water. Journ. d. Conseil, Vol. 10, p. 48—65.
MANE, A. 1942. Die Bedeutung der Lebensformtypen für die Ökologie. Biologia Generalis, Bd. 17, p. 164—182.
STER, A. 1931. Muskulatur von Copilia Dana mit einem Anhang über die Mundteile, die Ernährung und die Lebensweise. Zool. Jahrb., Abt. Anat., Bd. 53.
EY, G. A. 1946. Factors controlling Phytoplankton Population on Georges Bank. Journ. Mar. Res., Bd. 6, p. 54—73.
EY, G. A. 1947. A theoretical Analysis of the Zooplankton Population of Georges Bank. Journ. Mar. Res., Bd. 6, p. 104—113.
EY, G. A., STOMMEL, H. and BUMPUS, D. F. 1949. Quantitative Ecology of the Plankton of the Western North Atlantic. Bull. Bingham Oceanogr. Coll. Vol. XII_3.
NNSTRØM, S. 1927. Über die Thermopathie der Fortpflanzung und Entwicklung mariner Tiere in Beziehung zu ihrer geographischen Verbreitung. Bergens Museums Årbok No. 2.
NNSTRØM, S. 1929. Weitere Studien über die Temperaturanpassung der Fortpflanzung und Entwicklung mariner Tiere. Bergens Museums Årbok No. 10.
SSEL, F. S. 1928. A Net for Catching Plankton near the Bottom. Journ. Mar. Biolog. Assoc. Plymouth, Bd. 15.
SSEL, F. S. 1939. Hydrographical and Biological Conditions in the North Sea as indicated by Plankton Organismus. Journ. du Conseil, Vol. XIV_2.
JD, J. T. 1932. On the Biology of Southern Euphausiidae. Hvalrådets Skrifter Nr. 2.
GERSTRÄLE, S. G. 1950. The amphipods on the coasts of Finland — some facts and problems. Soc. Scient. Fennica, Comment. Biologicae X 14.
MME, I. D. 1929. Note on the Northern Limit of Distribution of Rhincalanus nasutus Giesbr. Journ. du Conseil Vol. 4_3.
MME, I. D. 1933. A possible relation between the production of animal plankton and the current-system of the sea. American Naturalist, Bd. 67.

STEEMANN NIELSEN, E. und v. BRAND, Th. 1934. Quantitative Zentrifuge methoden zur Planktonbestimmung. Rapp. et Proces Verb. d. Réunio Bd. 89_3.
STEEMANN NIELSEN, E. 1937. On the relation between the quantities of Phy plankton and Zooplankton in the Sea. Journ. d. Conseil, Vol. XII_2, p. 147—1
STEUER, A. 1933. Zur planmäßigen Erforschung der geographischen Verbreitu des Haliplanktons, besonders der Copepoden. Zoogeographica, Bd. 1 (p. 269—302.
STEUER, A. 1933. Bericht über die Bearbeitung der Copepodengattung Pleu mamma Giesbr. 1898 der Deutschen Tiefsee-Expedition „Valdivia". Thalass Vol. I, No. 2, p. 1—48.
TÅNING, A. V. 1949. On the Breeding Places and Abundance of the Red-Fi (Sebastes) in the North Atlantic. Journ. du Conseil, Vol. 16_1, pp. 85—95.
TISCHLER, W. 1950. Kritische Untersuchungen und Betrachtungen zur Biocönot Biol. Zbl. Bd. 69, p. 33—43.
WATTENBERG, H. 1938. Untersuchungen über Durchsichtigkeit und Farbe d Seewassers. I. Kieler Meeresforschungen, Bd. 2, p. 293—300.
WATTENBERG, H. 1939. Die Verteilung des Sauerstoffs im Atlantischen Ozea Wiss. Ergebn. Deutsch. Atlant. Exped. „Meteor", Bd. IX + Atlas.
WOLTERECK, R. 1908. Tierische Wanderungen im Meere. Meereskde. 2. Jah Heft 3.
WÜST, G. 1949. Die Kreisläufe der atlantischen Wassermassen, ein neuer Ve such räumlicher Darstellung. Forschungen u. Fortschritte, Jahrg. 25, Nr. 23/
WYRTKI, Kl. 1950. Über die Beziehungen zwischen Trübung und ozeanograp schem Aufbau. Kieler Meeresforschungen, Bd. VII_2, p. 87—107.
YONGE, C. M. 1944. Experimental Analysis of the Association between Invert brates and Unicellular Algae. Biological Review, Vol. 19, p. 68—80.

Jber das Auftreten der Brachsenmakrele, *Brama rayi* BL. in den nordeuropäischen Gewässern

Von C.-H. Brandes

Mit der sommerlichen Erwärmung der nordeuropäischen Meere ziehen bekannt-h alljährlich Fischschwärme von wechselnder Größe in die Nordsee ein und ver-ehren vorübergehend den Bestand unserer Nutzfische. Bei diesen regelmäßig er-heinenden Besuchern aus meist wärmeren Meeren handelt es sich entweder um ten, die zum Zwecke des Nahrungserwerbes ausgedehnte Wanderungen voll-hren, oder aber um solche, die zu ihren Laichplätzen wandern. Darüber hinaus erden gelegentlich Tierarten beobachtet, die vermutlich unter dem Einfluß widri-r Witterungsverhältnisse zu weit nach Norden verschlagen wurden, die wir also cht als temporäre Gäste, sondern als Irrgäste anzusehen haben. So andeten etwa hundert unechte Schwertwale, *Pseudorca crassidens* OWEN, die sher nur aus dem südlichen Teil des Pazifischen Ozeans bekannt waren, im ctober 1927 an der schottischen Küste im Dornoch Firth. Als ähnliche Vorkomm-sse müssen die gelegentlichen Fänge von *Morone labrax* L., *Mugil auratus* sso, *Lampris guttatus* BRÜNN, *Brama rayi* BL., *Notidanus griseus* L. u. a. ge-utet werden.

Um so verwunderlicher erscheint es, wenn die eine oder andere Art, die ir bisher zu diesen Irrgästen im Nordatlantik und seinen Nebenmeeren chnen mußten, plötzlich häufiger mit einer gewissen Regelmäßigkeit an erschiedenen Punkten festgestellt wurde.

Brama rayi BL., ein Fisch aus dem tiefen Wasser der wärmeren Meere E GALL 1933), wurde in den Jahren von 1681 bis 1925 vereinzelt an den isten Großbritanniens, in den dänischen Gewässern, an der norwegischen iste und unter Island gefangen (vgl. Tab. 1). In der Mehrzahl aller Fälle ndelt es sich um Exemplare, die entweder nach heftigen Stürmen auf den rand geworfen, in ermattetem Zustand in den seichten Küstengewässern fangen oder aber noch zappelnd auf dem Watt aufgelesen wurden. Auf rund dieser äußerst spärlichen Funde — vornehmlich in den Herbst-onaten — nahm man an, daß sich die Brachsenmakrelen gelegentlich nach r sommerlichen Erwärmung des Wassers in die nördlichen Breiten ver-ten.

Es darf uns daher nicht verwundern, wenn EHRENBAUM (1927) das plötz-he Auftreten einer größeren Anzahl dieser Art als ein „außer-ewöhnliches Vorkommnis in der Nordsee" ansieht. Diese ußergewöhnliche" Erscheinung wurde von ihm und später von JENSEN 937) durch einen verstärkten Einstrom von warmem Westwasser, her-rgerufen durch das Überwiegen westlicher Winde, in die Nordsee er-ärt. In den folgenden Jahren sind — abgesehen von den Kriegsjahren, s denen keine Mitteilungen über das Auftreten der Brachsenmakrele vor-egen — bis 1948 nur hin und wieder einige Exemplare bekannt geworden. n so überraschender erscheint es mir, daß diese Fischart seit dem Jahre

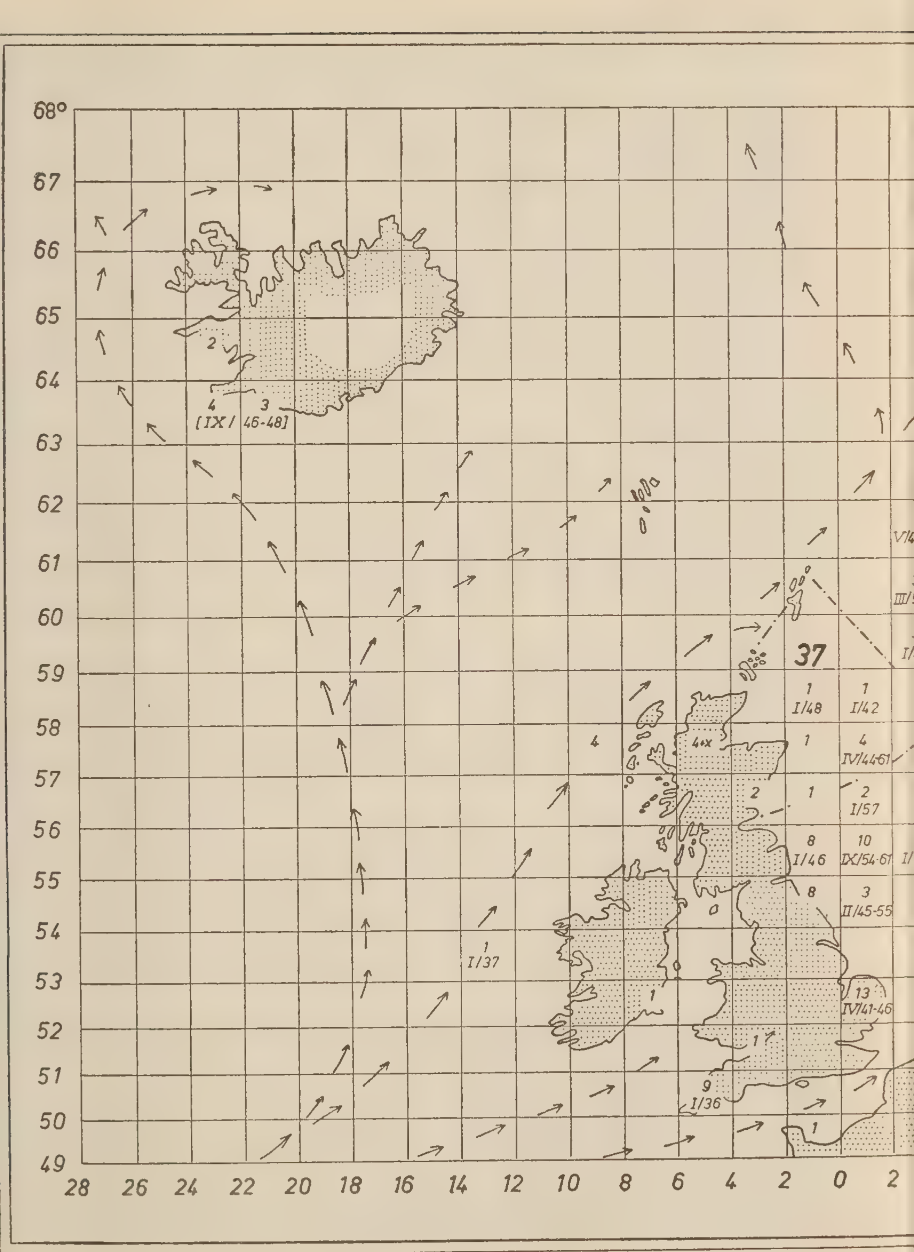
1949 wieder häufiger in der Nordsee auftritt. Auffällig ist, daß die Anzah der im Jahre 1949 gefangenen Exemplare etwa die gleiche Höhe erreich hat wie im Jahre 1927. Es liegt die Vermutung nahe, daß es sich in beider Jahren um eine einmalige Einschwemmung in die Nordsee handeln könnte Ferner wäre es möglich, an eine periodische Einwanderung oder aber ar Beziehungen zu der Erwärmung des Nordatlantik zu denken. Es erschein mir daher besonders reizvoll, einmal zu versuchen, Aussagen über die Verbreitung dieser Brachsenmakrele, über ihre Herkunft und über die möglichen Ursachen ihrer Einwanderung zu machen, obwohl sich das mir zur Verfügung stehende Material noch als dürftig erwies. Abgesehen vor ungenauen Fangpositionen und Fangtiefen, fehlen meistens die Längenabmessungen, Gewichtsangaben oder Bemerkungen über den Reifegrad der Gonaden. Das gilt vornehmlich für die Exemplare, die durch die Literatur bekannt geworden sind, trifft jedoch auch für die Mitteilungen aus neuerer Zeit zu.[1])

Eine kartenmäßige Darstellung über die Verbreitung von *Brama rayi* nördlich des 49. Breitengrades ist bisher noch nicht gegeben worden. Wenn ich trotz der erwähnten Mängel in Tafel 2 eine solche Karte vorlege, so bin ich mir bewußt, daß diese nur sehr lückenhaft sein kann, zur ersten Orientierung aber doch Brauchbares gibt. In ihr habe ich, unabhängig von Jahreszeit und Jahreszahl, alle mir zur Kenntnis gelangten Fänge eingetragen. Die arabischen Zahlen in den einzelnen Quadraten (1—2°-Felder) geben die Stückzahl der in diesem Gebiet gefangenen Brachsenmakrelen an, die römischen Zahlen die Anzahl derjenigen, von denen mir die Längenmaße bekanntgeworden sind. Nach dem Schrägstrich folgen die Höchst- und Niedrigstwerte in cm. Die Transition Area und ein Gebiet südöstlich der Shetlandinseln sind besonders abgegrenzt. Die großen Zahlen in ihnen sind summarische Werte, die den Arbeiten von Jensen (1937) für die Transition Area und von Rae (1951) für das andere Gebiet entnommen sind. Zusätzlich ist der Verlauf des Golfstroms mit seinen Nebenströmen grob schematisch eingezeichnet.

Die Verteilung in der Nordsee scheint auf den ersten Blick ziemlich unregelmäßig zu sein. Die meisten Funde stammen aus den Küstengewässern und von den Heringsfangplätzen der Nordsee. In den übrigen Quadraten, die keine Zahlen aufweisen, findet keine intensive Hochseefischerei statt, so daß man mit guter Berechtigung an eine gleichmäßig dünne Durch-

[1]) Es wäre wünschenswert, wenn in den verschiedenen Publikationsorganen von Zeit zu Zeit sämtliche „außergewöhnlichen Funde" mit möglichst genauen und vollständigen Angaben von den einzelnen Sachbearbeitern bekanntgegeben würden.

Tafel 2: Verbreitung der Brachsenmakrele in den nordeuropäischen Gewässern. Kleine arabische Zahlen: Σ alle in diesem Quadrat gefangenen Fische. Große arabische Zahlen: summarische Werte für zwei größere Gebiete. Römische Zahlen: Anzahl derjenigen Exemplare, von denen Längenmessungen vorliegen. Die nach dem Schrägstrich folgenden arabischen Zahlen geben die Höchst- und Niedrigstwerte in Zentimeter an. → Richtung des Golfstromes.


68°
67
66
65
64
63
62
61
60
59
58
57
56
55
54
53
52
51
50
49
28
26
24
22
20
18
16
14
12
10
8
6
4
2
0
2
2
4
3
[IX/ 46-48]
37
1
I/48
1
I/42
4
4·x
1
4
IV/44-61
2
1
2
I/57
8
I/46
10
IX/54-61
8
3
II/45-55
1
I/37
1
13
IV/41-46
1
9
I/36
1

ingung der Nordsee denken kann. Die Frage nach der Möglichkeit einer gionalen Tiefenverteilung in Beziehung zu der Größe der Tiere muß ich fen lassen, da zu wenig Vergleichswerte vorliegen.

Die bereits in früheren Veröffentlichungen erwähnten Zusammenhänge vischen dem Erscheinen der Brachsenmakrelen und dem Golfstrom treten utlich hervor. Das Gros dieser Fischart wandert zweifelsohne zwischen n Shetland- und den Orkneyinseln in die Nordsee ein. Eine schwächere nschwemmung erfolgt von Süden her durch den Kanal. Die neun Exemare von der SW-Küste Islands, die alle in der Zeit vom 15. Juli bis . Januar, in der nach SAEMUNDSSON (1949) die Wassertemperatur in diem Gebiet am höchsten ist, gefangen wurden, sind zweifellos mit dem mingerstrom in diese hohen Breiten verschleppt worden. Ganz besonders ertvoll für die Frage der Einwanderungsrichtung in die Nordsee sind vei andere Exemplare. Es handelt sich um einen im August 1950 bei lperro erbeuteten Fisch, der eine Länge von 36 cm hatte, und ein im ptember des gleichen Jahres auf der Porcupinebank gefangenes Tier, das cm lang war. Es ist anzunehmen, daß beide Exemplare der gleichen tersgruppe angehören. Die Längenmaße von vier weiteren Fischen, die August 1950 westlich der Hebriden in der Nähe von St. Kilda erbeutet ırden, waren mir bedauerlicherweise nicht zugänglich. Möglich ist, daß ch diese dem gleichen Jahrgang angehören wie die oben genannten, da fast zur selben Zeit, etwa 320 sm nördlich der Porcupinebank innerhalb s Golfstromgebietes gefangen wurden.

Abgesehen von einem noch kleineren Exemplar, das nach Mitteilung des itischen Museums nur eine Länge von 33 cm hatte und im Februar 1889 der „Britischen Küste" gefangen wurde, sind alle übrigen, die östlich er nördlich von den oben erwähnten Fangplätzen erbeutet worden sind d von denen die Längenmaße vorliegen, größer bzw. älter. Nahezu zwei ittel aller gemessenen Fische sind über 50 cm lang, die meisten von esen zwischen 56 und 61 cm.

Weniger charakteristisch erscheint zuächst die Verteilung der mitteloßen Individuen (38—49 cm). Und doch lassen gerade die Funde von der V-Küste Islands, von der norwegischen Küste, der nördlichen Nordsee, r Ostküste Südenglands und der holländischen Küste die Vermutung fkommen, als ob die Größe der Individuen mit wachsender Entfernung n einem im Atlantik angenommenen Ausgangspunkt der Einwanderung nimmt.

Daraus ergibt sich, daß die jüngsten Larven von *Brama rayi* weit draußen Atlantik anzutreffen sind und ein Teil von diesen, vom Golfstrom er- 3t, bis in unsere Gewässer gelangt. Durch die Untersuchungen von TKENS (1880) und SCHMIDT (1918) wird diese Folgerung etwas erhärtet. TKENS beschreibt vier Larven von 11 bis 14 mm Länge, die mit einem oerflächennetz auf etwa 8° S und 12° W erbeutet wurden. Im Magennalt größerer Raubfische, die im Atlantik nördlich und südlich des Äquars gefangen wurden, fand LÜTKENS ferner Jungfische von 20 bis 53 mm nge. In den oberen Wasserschichten des Mittelmeers stellte SCHMIDT

Larven von $5^{1}/_{4}$ bis 14 mm Länge fest. Weiter berichtet er von einer 12 mr langen Larve, gefangen auf 30° N und 50° W, die aus der Sammlung de „Royal Danish Commitee for the Study of the Sea" stammt. Durch dies Funde sind uns weit voneinander entfernt liegende Laichplätze dieser Ar bekanntgeworden. An eine Verfrachtung der Mittelmeerbrut bis in unser Breiten zu denken, entbehrt jeder hydrographischen Grundlage; wohl abe besteht durchaus die Möglichkeit, daß dieses für die nördlich des Äquator im Atlantik gefundenen Stadien zutrifft, wie wir es beispielsweise von de Aallarven her wissen. Ob jedoch zwischen der im Golfstrom gefangene Larve von 12 mm Länge und den etwa 40 Längengrade östlich davon ge fangenen Brachsenmakrelen die oben vermuteten Beziehungen bestehen kann nicht sicher beantwortet werden.

In diesem Zusammenhang muß noch die Frage gestellt werden: ist di abiotische Kraft des Golfstromes die alleinige Ursache einer passiven Ein schwemmung in unser Gebiet oder aber sollten auch biotische Faktoren wi Fortpflanzung, Nahrungssuche u. a. die Einwanderung mitbestimmen?

Da bisher in unserem Untersuchungsgebiet weder Larven noch Exem plare mit reifen Reproduktionsorganen angetroffen worden sind, kann e sich nicht um Laichwanderungen handeln. Die Frage nach der Nahrungs suche kann ich auf Grund des mir vorliegenden Materials nicht erschöpfen beantworten. Auffällig ist jedoch, daß die meisten Brachsenmakrele zwischen Herings- und Makrelenschwärmen auftreten. In den Mägen vo drei untersuchten Tieren habe ich, abgesehen von Heringsschuppen, di vermutlich beim Aufholen des Netzes verschluckt worden sind, nur be einem Exemplar einen stark angedauten kleineren Gadiden (Wittling) ge funden. Der noch nicht in Verwesung übergegangene Darmtraktus de gleichen Tieres war rot gefärbt und enthielt neben sehr vielen orange gelben Fetttröpfchen eine große Anzahl von Copepodenresten der Gattun *Calanus*. Die Pylorusanhänge waren prall angefüllt mit einer weißen schlei migen Masse, die keinerlei geformte Nahrung aufwies. Ähnliche Verhält nisse fand Legendre (1924) an den von ihm untersuchten Exemplaren vo der Südküste der Bretagne vor. Die Mägen enthielten stets eine mehr ode minder zähflüssige weiße „Paste" mit angedauten Amphipoden und Schizo poden. Außerdem stellte Legendre in einem Magen Teile einer Scholle in einem anderen einen Scopeliden (?) fest. Im Darmkanal waren of Chitinreste der im Magen gefundenen Crustaceen. Dieselben Nährtier fand Legendre im Magen großer Thunfische *Germo alalonga* Gmel., di dort zur gleichen Zeit auftreten. Die Verhältnisse in der Nordsee sind ähn lich. Hier wird die vorhandene Crustaceen-Nahrung sowohl von de Heringen als auch von den Brachsenmakrelen ausgenutzt. Diese Tatsach läßt vermuten, daß der in die Nordsee eingewanderte Fisch diese nahr haften Weidegründe zu finden weiß. Es liegt kein Grund zur Annahme vor, daß bereits im Atlantik eine Nahrungswanderung ausgelöst wird.

In einer ganz anderen Richtung bewegt sich die von Smitt (1892) zu dieser Frage abgegebene Erklärung. Er beobachtete, daß diese Fischart namentlich im Sommer stark von parasitischen Würmern befallen wird:

Tabelle 1.

	Island	Norwegisch. Küste	Dänische Gewässer u. Ostsee	Nordsee	Kanal	Westküste Großbritanniens	Unbestimmter Fangort
681	—	—	—	1	—	—	—
792	—	—	—	1	—	—	—
806	—	—	—	1	—	—	—
812	—	—	—	1	—	—	—
821	—	—	—	1	—	—	—
825	—	—	2	—	—	—	—
826	—	—	1	—	—	—	—
828	—	—	—	—	1	—	—
829	—	—	1	—	—	—	—
830	—	—	1	—	—	—	—
832	—	—	1	1	—	—	—
843	—	—	1	—	—	—	1
844	—	—	—	3	—	—	—
846	—	—	—	x	3	x	—
847	—	—	—	1	—	—	—
850	—	1	—	3+x	—	—	—
851	—	—	—	—	—	1	—
866	—	—	—	1	—	—	—
874	—	—	—	—	1	—	—
875	—	—	—	—	1	—	—
880	—	—	—	1	—	—	—
889	—	—	—	1	—	—	—
890	—	—	—	1	—	—	—
901	3	—	—	—	—	—	—
903	—	—	—	—	1	—	—
913	—	—	—	—	1	—	—
914	1	—	—	—	—	—	—
917 (?)	2	—	—	—	—	—	—
919	1	—	—	—	—	—	—
921	—	—	2	—	—	—	—
922	1	—	1+x	2	—	—	—
924	—	—	1	—	—	—	—
925	—	—	1	—	—	—	—
Σ	8	1	12+x	19+2x	8	1+x	1

the assumption has been made that they were troubled by parasitic worms nd that it was this disease that drive them away from their usual life and ome". Legendre, der über ein reichhaltigeres Material verfügte, als mir ugänglich war, stellte bei vier Fischen, ich nur bei einem Exemplar, olche Parasiten fest. Auf Grund dieser Tatsache möchte ich die von Smitt egebene Deutung, zumindest für unsere Gewässer, ablehnen. Alles spricht afür, daß es sich bei dem Erscheinen der Brachsenmakrele im Nordtlantik um eine in den einzelnen Jahren verschieden starke passive Einchwemmung durch den Golfstrom handelt.

Bei einem Vergleich der Anzahl der gefangenen Exemplare in den einelnen Jahren (vergl. Tab. 1) müssen wir feststellen, daß in der Zeit von 681 bis 1925 nur 50 Exemplare zuzüglich einiger weniger, die nicht zahlennäßig (in der Tabelle mit x bezeichnet) angegeben wurden, bekannt georden sind. Dem stehen etwa 160 aus den letzten 25 Jahren von den

verschiedensten Fangplätzen gegenüber. Wiederholt ist hieraus der Schluß gezogen worden, daß sich in der neueren Zeit die ozeanographischen Verhältnisse im Nordatlantik stetig in Richtung der für diese Art erforderlichen Umweltbedingungen verschoben haben müßten; ein Gedankengang, der sehr gut mit der Erwärmung des Nordatlantiks in Einklang zu bringen ist, da Temperatur und Salzgehalt für die Verbreitung der marinen Organismen am bedeutsamsten sind.

Und doch erscheint es mir äußerst wichtig, die Fänge bis zum Jahre 1925 einmal kritisch zu betrachten. In der Mehrzahl aller Fälle handelt es sich dabei lediglich um reine Zufallsfunde gestrandeter Exemplare (s. oben S. 37). Etwa gleichzeitig mit der Einführung des Heringsschleppnetzes stieg die Anzahl der gefangenen Exemplare an. Eine nicht zu geringe Bedeutung messe ich ferner dem Umstand zu, daß diese Fischart 1927 in den Fischereizeitungen beschrieben worden ist. Einmal auf diese „Seltenheiten" aufmerksam gemacht, brachten die Fischdampferbesatzungen jetzt häufiger diese Art mit, die sonst als unbekannt und damit als nicht marktfähig mit dem Gammel über Bord gespült worden war.[1]) Auf Grund dieser Momente neige ich zu der Annahme, daß möglicherweise die Brachsenmakrele in den früheren Jahren in unseren Gewässern in etwa gleicher Stärke vorhanden gewesen sein müßte wie in den letzten 25 Jahren.

Abgesehen von den Kriegsjahren, fallen die Jahre 1927 und 1949 durch die außergewöhnlich hohe Anzahl der gefangenen Brachsenmakrelen auf

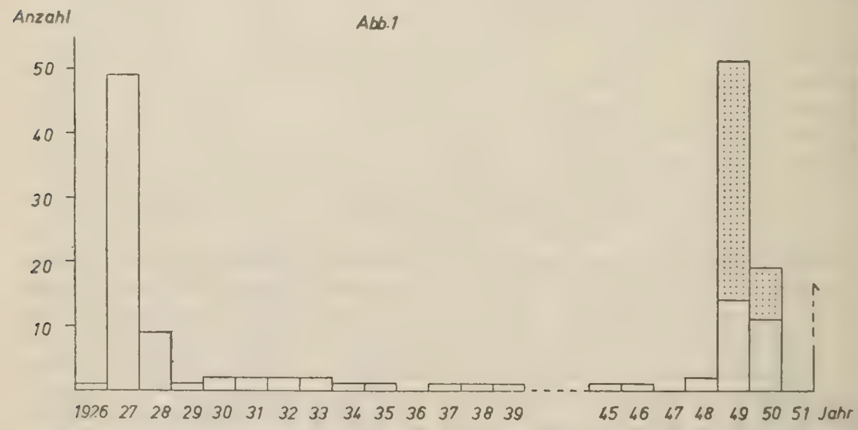


Abb. 1: Anzahl der in den Jahren von 1926—1951 gefangenen Brachsenmakrelen. Die mir freundlicherweise von RAE und WILSON mitgeteilten Fänge sind durch Punktierung hervorgehoben.

[1]) Eine ähnliche Erfahrung machte ich kürzlich mit der Art *Nothacantus spec.* Nach Veröffentlichung einer Abbildung und Beschreibung in der Tagespresse wurden mir innerhalb von vier Wochen 30 Exemplare dieser „Seltenheiten" aus dem tiefen Wasser eingeliefert.

vergl. Abb. 1). Nach beiden Jahren ist eine Abnahme festzustellen, 1928 stärker als 1950. In den ersten vier Monaten des Jahres 1951 wurden dem Institut bereits sieben Fänge mitgeteilt, so daß möglicherweise mit einem erneuten Anstieg im laufenden Jahr zu rechnen ist, da die meisten Brachsenmakrelen bisher während der Trawlheringssaison gefangen worden sind.

Eine periodisch bedingte Einwanderung, die man auf Grund der Abb. 1 vermuten könnte, halte ich nicht für wahrscheinlich, da, wie schon festgestellt, lediglich abiotische Faktoren das Erscheinen von *Brama rayi* in unseren Gewässern bestimmen. Das Bild, das wir bisher von der Einwanderungsrichtung und -stärke erhalten haben, rundet sich ab, wenn wir die jahreszeitlichen Unterschiede berücksichtigen. Bei der Betrachtung der jahreszeitlichen Summenkurve (Abb. 2) fällt uns sofort das starke Maximum

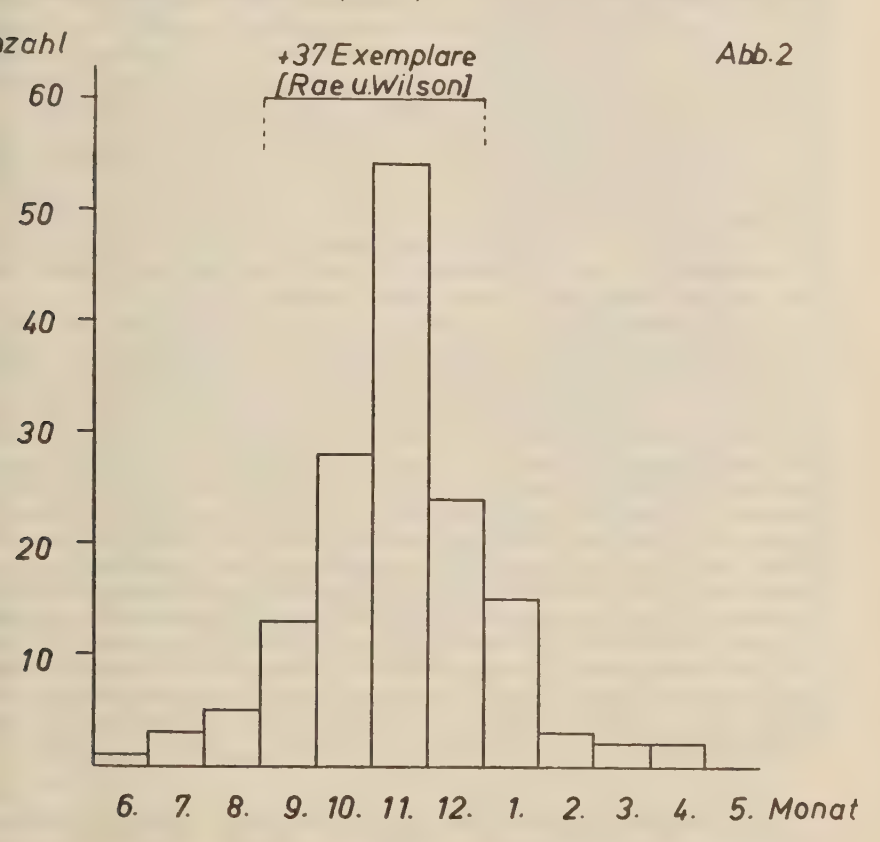


Abb. 2: Anzahl der in den einzelnen Monaten gefangenen Brachsenmakrelen.

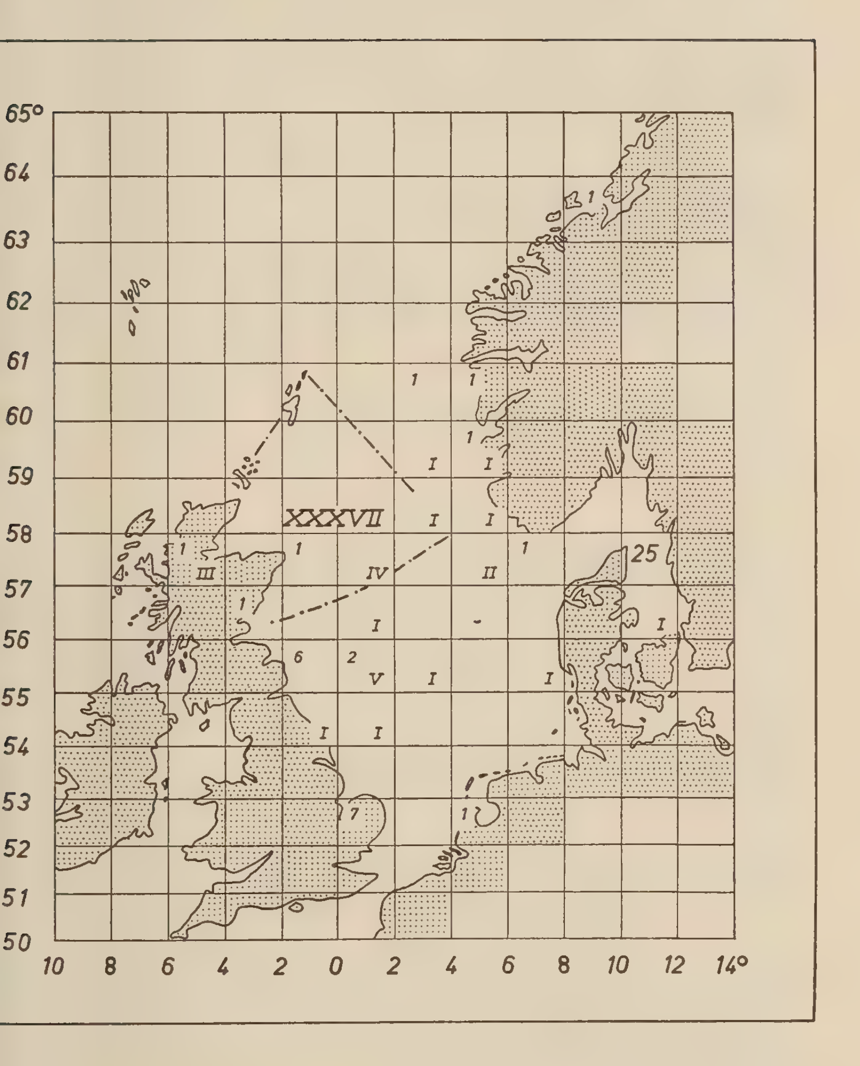
im Monat November auf, das nach beiden Seiten gleichmäßig abfällt. Es ist nicht anzunehmen, daß eine wesentliche Veränderung dieser Kurve durch die von RAE und WILSON in den „Annales Biologiques" erwähnten 37 Exemplare, die im letzten Vierteljahr des Jahres 1949 in den Gewässern östlich der Shetlands und der nordöstlichen Küste von Schottland gefangen worden sind, eintreten wird. Viele Autoren haben auf Grund der ihnen mitgeteilten Fänge angenommen, daß *Brama rayi* nur nach der sommerlichen Erwärmung des Wassers in der Nordsee und der Transition Area auftritt. JENSEN (1937) nimmt für letztere sogar an, daß die in diesem Gebiet im letzten Viertel des Jahres vorhandenen Exemplare absterben, sobald das Wasser kalt wird, da noch keines in den ersten Monaten des Jahres gefangen wurde. Bereits EHRENBAUM machte darauf aufmerksam, daß die im Jahre 1927 beobachtete Einwanderung zu einer Zeit stattfand, in der das Temperaturmaximum in der Nordsee bereits überschritten war. Im Jahre 1950 und 1951 wurden in den ersten vier Monaten — in einer Zeit, in der das Wasser am stärksten abgekühlt ist — vier bzw. sieben Exemplare an der Westkante der norwegischen Rinne von Fischdampfern lebend gefangen. Der Fang in diesem Gebiet, das bisher von Fischdampfern nur äußerst selten zu dieser Jahreszeit aufgesucht worden war, weist erneut darauf hin, daß die Auswahl der Fangplätze und die Befischungsintensität auf ihnen eine nicht zu unterschätzende Bedeutung für die Beurteilung der Verbreitung einer Tierart haben. Man könnte vermuten, daß sich *Brama rayi* mit zunehmender Abkühlung des Wassers in größere Tiefen zurückzieht und dort überwintert. Diese Vermutung kann jedoch nur durch weitere Fänge aus diesem Gebiet bestätigt werden.

Die Verbreitungskarten, die ich für die einzelnen Monate der Jahre 1927/28 und 1949/50 gezeichnet habe, zeigen wenig charakteristische Züge. Viel eindrucksvoller ist eine Zusammenfassung der jeweiligen „Fangsaison" (September bis April), die ich in Tafel 3 vorlege. Diese beiden Jahre habe ich aus zweierlei Gründen ausgewählt. Einerseits ist in ihnen die größte Anzahl Brachsenmakrelen beobachtet, andererseits sind mit der Modernisierung der Fischdampfer und ihrer Fanggeräte in der Saison 1949/50 andere Fangplätze aufgesucht worden als 1927/28. In der Karte, in der die Anzahl der in der Fangsaison 1927/28 gefangenen Fische mit arabischen, die der Saison 1949/50 mit römischen Zahlen eingetragen sind, lassen sich die in der summarischen Jahreskarte (Tafel 2) beschriebenen Tendenzen deutlich herauslesen. Für die Fangsaison 1927/28 wurden die meisten Exemplare in unmittelbarer Nähe der Küste gefangen. Deutlich erkennt man, daß sowohl ein Einstrom von Norden als auch von Süden in die Nordsee stattgefunden haben muß. In der Fangsaison 1949/50 finden wir, wie zu erwarten, eine andere Verteilung. Sämtliche Fänge wurden nördlich des 54. Breitengrades, meist auf den Trawlheringsfanggründen, gemacht. Es

---

Tafel 3: Vergleich der in der Saison 1927/28 (arab. Zahlen) gefangenen Brachsenmakrelen mit denen der Fangsaison 1949/50 (röm. Zahlen). Große Zahlen: summarische Werte (vgl. Abb. 1).

Tafel 3



65°
64
63
62
61
60
59
58
57
56
55
54
53
52
51
50
10
8
6
4
2
0
2
4
6
8
10
12
14°
XXXVII
III
IV
II
V
I
25
6
2
7
1

t den Anschein, als ob im Jahre 1949 lediglich ein Einstrom durch die cke der Shetland- und Orkneyinseln stattgefunden hat, da mir keine Mit-lungen über Fänge südlich des 54. Breitengrades vorliegen.

Eine Überprüfung der meteorologischen Verhältnisse, die nicht für alle ngjahre möglich war, ergab für die Jahre 1927, 1948 und 1949 das Über-iegen von W-SW-Winden, so daß man mit einiger Wahrscheinlichkeit nehmen kann, daß auch in der Fangsaison 1949/50 wenige Exemplare, e im Jahre 1927/28, von Süden in die Nordsee eingewandert sein müssen, er nicht beobachtet wurden.

Die Brachsenmakrele ist in unserem Gebiet, fischereiwirtschaftlich ge-hen, bedeutungslos. Die relative Häufigkeit, mit der diese Fischart in n letzten drei Jahren beobachtet worden ist, könnte jedoch den Anlaß ben, an eine Veränderung innerhalb der Zusammensetzung der marinen una zu denken (vergl. LEGENDRE). Die Mängel des bisher vorliegenden aterials gestatten es vorläufig nicht, die angeschnittenen Fragen zu-edenstellend zu beantworten.

Anschrift des Verfassers:
Dr. C.-H. Brandes, Institut für Meeresforschung, Bremerhaven-G.

Literaturverzeichnis

OUCH, J.: A History of the Fishes of the British Island. London 1877.
UVIER, B. u. VALENCIENNES, M.: Histore Naturelle des Poissons. Paris 1831.
AY, F.: The Fishes of Great Britain and Ireland. London 1880/84.
IRENBAUM, E.: Ungewöhnliche Vorkommnisse in der Nordsee. Der Fischer-bote, Bd. XIX, 1927.
— Der Schwarm von Brachsenmakrelen. Ibid. Bd. XX. 1928.
— Naturgeschichte und wirtschaftliche Bedeutung der Seefische Nordeuropas. Stuttgart 1936.
— Eier und Larven von Fischen. Teil I. Nordisches Plankton. Kiel und Leipzig 1905.
UNTHER, A.: Catalogue of Acanthopterygian Fishes of the British Museum. Vol. II, London 1860.
NSEN, A. J. C.: Seasonal Guests in Transition Area. Rapp. et. Proc.-Verb., C II, 1937.
ROYER, H.: Danmarks Fiske. Kopenhagen 1838/1840.
GENDRE, R.: *Brama Raii* BL.: Sa Présence au Large des Côtes sud de la Bre-tagne. Bull. Société Zoologique de France, Bd. 49, 1924.
OHR, E.: Scombriformes. Tierw. d. Nord- u. Ostsee. 1927.
— Pisces Nachträge. Ibid. 1929.
ILSSON, S.: Scandinavisk Fauna. Lund 1855.
OLL, M.: Poissons Marins. Fauna de Belgique. Bruxelles 1947.
AE, B. u. WILSON, E.: Rare Fishes. Annales Biologique. Vol. VII (in Vor-bereitung).
EDEKE, H. C.: Pisces. Fauna van Nederland. Bd. X, T. I—II, Leiden 1941.
AEMUNDSSON, B.: Marine Pisces. The Zoology of Iceland. Kopenhagen u. Reykjavik 1949.
CHMIDT, Johs. u. STRUBBERG: Mediterranean Bramidae and Trichiuridae. Rep. Dan. Oceangr. Exp. 1908—1910. Kopenhagen 1918.

SCHNAKENBECK, W.: Über außergewöhnliche Fänge. Fischmarkt N. F. 1. 193
SOLJAN, T.: Ribe Jadrana. Split 1948.
WRIGHT, W. u. SMITT, F. A.: A History of Scandinavian Fishes. Stockholm 189

Zu ganz besonderem Dank bin ich folgenden Kollegen verpflichtet, di mir in entgegenkommender Weise mündlich oder schriftlich weitere Material zur Verfügung stellten:

Blacker, R. W.: Lowestoft; Fridriksson, A.: Reykjavik; Koefoed, E. Bergen; Kotthaus, A.: Bremerhaven; Marshall, N. B., London; Rae, B. Aberdeen; Russel, F. S.: Plymouth; Schnackenbeck, W.: Hamburg; Tåning A. V.: Charlottenlund.

Ein neues Gerät zur Bestimmung der Gefrier=
unktserniedrigung kleiner Flüssigkeitsmengen.[1])

Von Otto Kinne

nleitung.

Das hier beschriebene Gerät beruht auf der zuerst von DRUCKER und HREINER (1913) angewandten Methode, die zu bestimmende Probe zuchst einzufrieren, dann durch langsames Erwärmen zu schmelzen und e auftauenden Eiskristalle zu beobachten. Das Verschwinden des letzten skristalles gibt die Lage des Gefrierpunktes an. Nach dieser Methode stimmte FRITSCHE (1916) die Gefrierpunktserniedrigung von Daphnienit mit einer Genauigkeit bis zu 0,01° C bei einer Blutmenge von 1 bis mm³. In den folgenden Jahren wurde die DRUCKER- und SCHREINER-ethode verschiedentlich modifizert und verbessert: CAPPELLETTI (1939), DSEBACH (1940), RAMSAY (1949) und andere. Die Erzielung der zur essung erforderlichen Temperatur blieb jedoch an meist zeitraubende d umständliche Manipulationen oder an einen teuren Trockenschrank genden (RAMSAY). Außerdem mußte die Probe in einem gesonderten beitsgang eingefroren werden.

Das neue Gerät ermöglicht das Einfrieren der Probe in einem Arbeitsng mit der Messung bei einfacher, sauberer Arbeitsweise. Es ist mit einchen Mitteln herzustellen.

eschreibung des Gerätes.

Ein aus 7 mm starkem Sperrholz angefertigter, mit doppeltem Boden und ppelten Wänden versehener Kasten und sein leicht abnehmbarer Deckel nd f e s t mit Glaswolle ausgestopft (Tafel 4 bis 6). Die Vorderfläche des astens besteht nur aus der äußeren Sperrholzschicht und ist fensterartig ×8 cm) ausgespart. Hinter ihr steht ein Aquarium (A) mit der Badessigkeit (15—20% Alkohol), dessen Rückwand, Seitenwände und Boden s 2 mm Messingblech bestehen und dessen Vorderwand von einer 2 mm arken Scheibe aus Spiegelglas (Bauglas) gebildet wird.

Die Rückwand des Kastens ist durchbohrt. In der Durchbohrung sitzt, rch einen massiven Holzklotz (schraffiert) gehalten, ein Aluminiumrohr r), das als Gleitlager für den Teakholzschieber (Sch) dient. Dieser ist hl und nimmt den CO_2-festen Druckschlauch auf, der den Verteiler (V)[2]) t der CO_2-Flasche verbindet.[2]) Innen endet der Schieber in einem vierkigen Eichenklotz, der den Verteiler umfaßt und den Beutelhalter (Bh), dem der Beutel (B) mit Metalleisten angeschraubt ist, trägt. Bei Einasen von CO_2-Gas füllt sich der Beutel mit Schnee; durch den Schieber

[1]) Für die Anregung zu dieser Arbeit danke ich Herrn Prof. Friedrich.
[2]) Siehe besondere Hinweise.

kann er innerhalb des Kastens in jede gewünschte Lage gebracht werden An dem aus der Rückwand herausragenden Teil des Schiebers ist zweckmäßig eine Einteilung anzubringen, die auch bei geschlossenem Deckel di Lage des gefüllten Beutels anzeigt.

Im Inneren ist an der rechten Seite eine Aussparung vorhanden, in de das Einfriergefäß (EG), ein einfacher Standzylinder aus Glas mit 3 cm ⌀ untergebracht ist (Tafel 5). Es ist ewa 4 bis 5 cm hoch mit 96⁰/₀ Alkoho gefüllt. Um auch bei geringem CO_2-Verbrauch die zum Einfrieren der Prob erforderliche sehr tiefe Temperatur des Alkohols zu erreichen, ist das Einfriergefäß 5 cm tief in den Boden des Kastens eingelassen und steht be normaler Beutelstellung genau in Höhe des Beutels.

Der Deckel des Kastens besitzt fünf Durchbohrungen: vier über den Aquarium und einen über dem Einfriergefäß. Durch diese werden Rührer Probenhalter, Beckmann-Thermometer und Heizer ins Aquarium, ein weiterer Probenhalter ins Einfriergefäß geführt. Der Deckel muß so auf der Kasten aufgepaßt sein, daß er beim Einblasen des CO_2 durch den Gasdruck leicht angehoben werden kann und so das überschüssige Gas entweichen läßt.

Die punktiert gezeichneten Flächen sind zur Erreichung einer guten Isolation und Abdichtung mit 5 mm starkem Filz beklebt.

Der Probenhalter ist ein Vollglasstab, an dem mit einem Gummischlauch ein Hg-Gefäß von den Dimensionen der Hg-Kugel des Beckmann-Thermometers befestigt ist. Auf diesem Gefäß werden die zu bestimmenden Proben angebracht (s. S. 49).

Durch den 25—30-W-Heizer (H), der über einen Drehwiderstand regulierbar ist und eine möglichst geringe Trägheit besitzen soll, wird eine genaue Temperaturregelung in der Badeflüssigkeit möglich. Der Rührer sichert eine homogene Temperatur im Aquarium; auch der Rührmotor kann über einen Drehwiderstand reguliert werden.

Das benutzte Thermometer ist ein Beckmann-Thermometer mit $^1/_{100}{}^\circ$-Einteilung; es wird vor Messungsbeginn mit einer NaCl-Lösung bekannter Konzentration geeicht. Die Beobachtung der Probe erfolgt mit einem Horizontalmikroskop (Optik: Zeiß Ok. 15, Obj. 3 u. 8). Zur Beleuchtung dient eine Niedervoltlampe mit Projektionseinrichtung und vorzuschaltendem Wärmefilter (Schott-Farbglas BG, 19,6 mm stark). Die seitliche Stellung der Lampe ist zur Erzielung der besten Beleuchtung zu variieren.

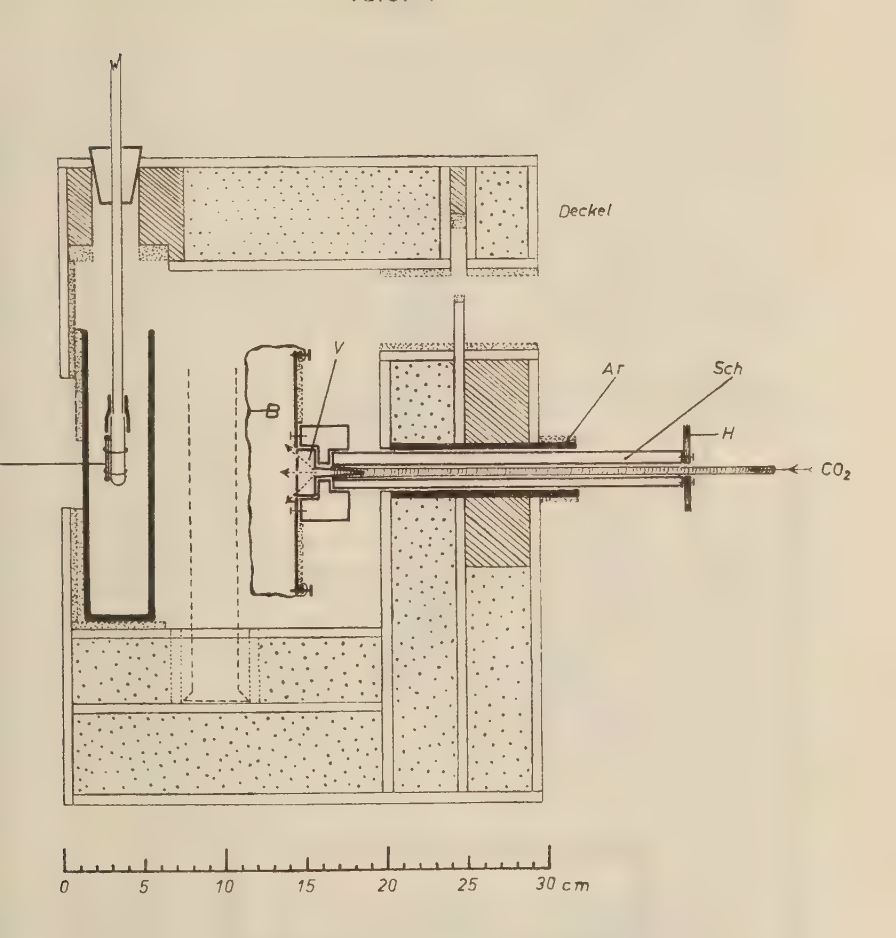
Das Beschicken der Kapillaren.

Die Kapillaren werden aus Duranglas von 1 bis 2 mm Durchmesser gezogen. Sie sollen bei einer Flüssigkeitsmenge von 0,04 mm^3 eine lichte

---

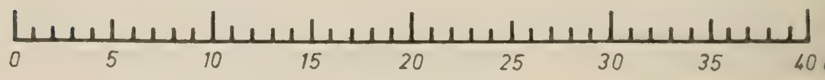
Tafel 4: Längsschnitt. A Aquarium, Ar Aluminiumrohr, B Beutel, H Handgriff Pr Kap Probekapillare, Sch Schieber, V Verteiler. Schraffiert massives Holz, grob punktiert Glaswolle, feinpunktiert Filz, gestrichelt Einfriergefäß.

Tafel 4



Tafel 5

CO_2
Sch
Bh
V
L
B
EG
R
Pr
Th
H



eite von etwa 0,3 mm haben. Die Länge der Probe darf den zweifachen ırchmesser nicht überschreiten (Vermeidung von Temperatur- und Kon- ıtrationsschichtung). Es empfiehlt sich, in jede Kapillare zwei Proben nehmen, so daß man sich die geeignetste Probe auswählen kann und eichzeitig eine Kontrollmöglichkeit besitzt. Vor und hinter jeder Probe rd etwas flüssiges Paraffin in die Kapillare aufgenommen, um jede Ver- nstung zu vermeiden. Mit einem Pipettenhütchen und einer Schraub- emme kann die Probe gegen die Kapillarkraft an die gewünschte Stelle rigiert werden.

Oft ist es vorteilhaft, einen größeren Teil der zu untersuchenden Flüssig- it mit einer Sammelkapillare zu entnehmen und erst mit dieser die obekapillare zu beschicken. Dadurch wird die Entnahme der Körper- ssigkeit erleichtert und vor allem ein genaues Dosieren der Flüssigkeits- enge ermöglicht. Die Spitze der engeren Sammelkapillare wird in die r Probekapillare eingeführt (evtl. unter flüssigem Paraffin), und durch ıblasen mit dem Mund die gewünschte Probenmenge in die Kapillare bracht. Ist die übertragene Flüssigkeitsmenge zu groß (Länge der Probe ößer als ihre doppelte Breite), so kann der Überschuß durch die größere pillarkraft der engeren Sammelkapillare abgesogen werden.

Von der so beschickten Probekapillare wird nun der die Proben ent- ltende Teil, der etwa 2 bis 3 cm lang ist, abgetrennt. Beide Enden erden zunächst mit Paraffin (Schmp 42° C) und dann mit Picein oder egellack abgedichtet und danach die Kapillare mit einem übergestreiften ımmiband am Probenhalter befestigt. Bei Untersuchungsreihen mit deut- n abgestuftem △ kann man vier bis fünf Proben nebeneinander befesti- n und in einem Arbeitsgang nacheinander messen. Eine Messung dauert va 15 Minuten.

Es wurden Proben von 0,1 mm^3 bis 0,0001 mm^3 bestimmt. Wie schon MSAY zeigen konnte, arbeitet die Gefrierpunktsmethode mit kleinen engen besser als mit größeren. Die etwas kompliziertere Herrichtung n Kapillaren mit Probenmengen von der Größenordnung $0{,}1 \times 10^{-3}$ mm^3 in der ausführlichen Arbeit von RAMSAY beschrieben.

ang einer Messung.

1. Der Beutel wird durch Einblasen von CO_2 etwa zur Hälfte mit Schnee füllt und nach vorn an die Rückwand des Aquariums geschoben. Bei ıer Raumtemperatur von 16°C nimmt die Abkühlung der Badeflüssigkeit f —4° C etwa 1—2 Stunden in Anspruch. Sobald die gewünschte Tem- ratur erreicht ist, wird der Schneebeutel bis in Höhe des Einfriergefäßes rückgenommen und die Probe eingefroren.

2. Der Probenhalter wird mit der gefrorenen Probe aus dem Einfriergefäß rch die entsprechende Öffnung im Deckel in das Aquarium eingebracht

Tafel 5: Aufsicht. Bh Beutelhalter, EG Einfriergefäß, H Heizer, L Metalleiste zur festigung des Beutels, Pr Probenhalter, R Rührer, Sch Schieber, Th Beckmann- ermometer, V Verteiler.

und der Rührmotor in Bewegung gesetzt. Danach wird der Heizer solange voll eingeschaltet, bis die Hälfte der Probe geschmolzen ist.

3. Die Heizintensität wird reduziert. Sobald nur noch 3—4 Eiskristalle vorhanden sind, wird die Temperatur 4 Minuten annähernd konstant gehalten und anschließend so weiter geheizt, daß die Temperatur in 1—2 Minuten um etwa 0,01 °C ansteigt. Wenn der letzte Eiskristall zu schmelzen beginnt, wird die Temperatur auf 0,005° genau abgelesen. Die erneute Abkühlung kann nunmehr durch Vorschieben des Beutels (evtl. neues Einblasen) in wenigen Minuten erfolgen.

Genauigkeit.

Die Meßergebnisse von sechs verschiedenen Proben einer 1% NaCl-Lösung sind als Beispiel in Tab. 1 wiedergegeben.

Tabelle 1.

	°C
1% NaCl-Lösung	0,605
	0,600
Flüssigkeitsmenge 0,04 mm^3	0,600
	0,595
	0,590
	0,605

Aus diesen Messungen ergibt sich ein mittlerer Fehler von 0,006° C. Unter der Voraussetzung, daß bei keiner Messung der Fehler das Dreifache des mittleren Fehlers übersteigt, beträgt damit die Genauigkeit der Methode 0,018° oder 0,03% NaCl bei einer 1%igen NaCl-Lösung.

Cappellettis Arbeit enthält keinerlei Hinweise über angestellte Messungen und Genauigkeit der Methode. Mosebach gibt eine Genauigkeit von 0,01 bis 0,02° C an. Ramsay findet für NaCl-Konzentrationen bis zu 2% eine Genauigkeit von 0,03% NaCl. Diese Werte stimmen mit unseren vollkommen überein.

Besondere Hinweise.

Das mit Schutzlack bestrichene Holz wurde bei Ausführung der Holzarbeiten geleimt und genagelt.

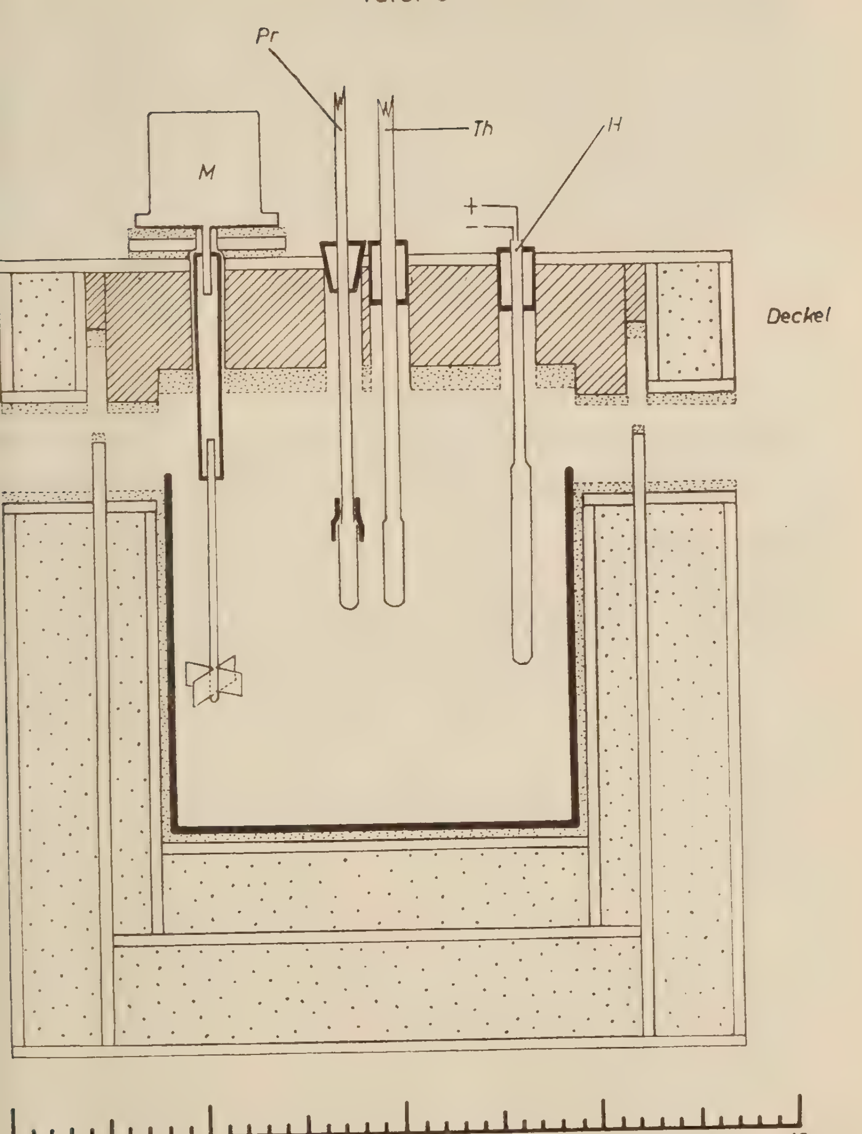
Um eine Verunreinigung der Badeflüssigkeit zu vermeiden, muß die Scheibe so eingekittet werden, daß möglichst wenig Kitt (Mennigekitt) mit dem Alkohol in Berührung kommt.

Der Verteiler ist eine 2 cm starke Messingscheibe mit einem Anschlußstück für den CO_2-festen Gummischlauch. Fünf Durchbohrungen (3 mm Ø) verteilen das Gas nach Art einer Gießkanne in den Beutel. Der Beutel besteht aus festem Stoff (Segelleinen oder Drillich).

Die benutzte 20-kg-CO_2-Flasche mit Steigrohr reicht bei 16° C Raumtemperatur etwa acht Tage zu je zehn Arbeitsstunden.

Tafel 6: Querschnitt in Höhe des Aquariums. H Heizer, M Motor, Pr Probenhalter, Th Beckmann-Thermometer.

Tafel 6



Das Beschlagen des freien Teiles der Aquarienscheibe nach der Abihlung wird durch Bepinseln mit verdünnter Glyzerinlösung vermieden.

Zum Einblasen des CO_2-Gases wird der Schlauch nicht mit den üblichen rahtschlaufen am Anschlußstück der CO_2-Bombe befestigt, sondern nur se aufgesteckt und mit der linken Hand beim Aufdrehen des Ventils festehalten („Sicherungsventil" bei zu großem Druck). Der Beutel wird vorchtshalber nie ganz mit Schnee gefüllt, da andernfalls leicht Einreißen ler Platzen eintreten kann. Es empfiehlt sich, das Einblasen zunächst nige Male zu üben (wobei das Beckmann-Thermometer zweckmäßigereise entfernt wird) und die CO_2-Schnee-Ausbeute zu beobachten.

Anschrift des Verfassers:
O. Kinne, Institut für Meereskunde der Universität Kiel.

Literaturverzeichnis

APPELLETTI, C.: (1939), L' impiego dell' anidride carbonica solida (ghiaccio secco) nella semimicro- e microcrioscopia. Nuovo giomale botanico italiana 46, pp 334—338.

RUCKER, C. u. SCHREINER, E.: (1913), Mikrokryoskopische Versuche. Biol. Zbl. 33, pp 99—103.

RITSCHE, H.: (1916), Studien über die Schwankungen des osmotischen Druckes der Körperflüssigkeiten bei Daphnia magna. Int. Rev. Hydrobiol. 8, 22—80, pp 125—203.

OSEBACH, G.: (1940), Ein Mikroverfahren zur kryoskopischen Untersuchung saftreicher Gewebe. Ber. dtsch. bot. Ges. 58, pp 29—40.

AMSAY, J. A.: (1949), A new method of freezing-point determination for small quantities. Yourn. Exp. Biol. Vol 26, Nr. 1, pp 54—64.

Die in Nordwestdeutschland gefundenen ufer- und bodenbewohnenden *Saprolegniaceae*

Von Willy Höhnk

Mit 9 Tafeln

1. Einleitung

Die zweckentsprechende Behandlung von Bodenproben hat dargetan, daß auch die Mitglieder der *Saprolegniaceae* zu den häufigen Bewohnern des nicht submersen Bodens gehören. Der alte Name Wasserpilze wird darum heute nur noch beschränkt angewendet.

Mycelien fast aller Gattungen der Familie sind im Boden nachgewiesen worden, und mit dem Erscheinen der noch fehlenden kann gerechnet werden.

Doch es hat sich herausgestellt, daß nur eine relativ kleine Zahl der Arten der formenreichen Gattungen *Saprolegnia* und *Achlya* häufiger im Boden gefunden werden; dabei ist abzusehen von künstlich bewässerten Gärten oder gelegentlich überfluteten Ländereien. Die Mehrzahl der Arten dieser beiden Gattungen korrespondiert auch in ihren diagnostisch verwerteten sporangialen Kriterien zu ihrem wässrigen Standort.

Die häufig, regelmäßig oder ausschließlich im Boden vertretenen *Saprolegniaceae* gehören den jüngeren Gattungen an. Ihre Charaktere sind als abgeleitet zu betrachten. Dafür lassen sich auch Ableitungsreihen aufweisen, die die allgemeine Richtung vom Wasser aufs Land klar illustrieren. Solche gleitende Reihen sind aufzuzeigen an den Sporangien,

er Individualisierung und dem Planetismus der Sporangiosporen und der ahl der Oosporen in einem Oogonium.

Die Hyphenbreite von 40 bis 60 und mehr μ bei *Saprolegnia* oder *chlya* wird bei den obligaten Bodenbewohnern auf 10 bis 20 μ verngert, und im Zusammenhang damit tritt an die Stelle der Vielreihigkeit er Sporen im Sporangium bei den aquatischen Formen die Wenig- bzw. nreihigkeit bei den terrestrischen Formen.

Der Planetismus der Zoosporen bei den aquatischen Pflänzchen wird zum planetismus bei den terrestrischen Pflanzen, und zwar in sukzessiver Abandlung. Erst wird der Dimorphismus der Zoosporen zum Monomorphisus, und dann wird der Planetismus schrittweise unterdrückt (z. B. bei den attungen *Calyptralegnia* und *Thraustotheca).* Das führt zu den mehrernigen Sporangiosporen, die bei *Brevilegnia*arten besonders am Grunde es Sporangiums erscheinen und dann bei *Geolegnia* ausschließlich geldet werden. Das letzte Glied in dieser Reihe ist bezeichnet durch die attung *Aplanopsis nov. gen.*, bei der die ganze Sporangienbildung unterückt wird.

Die dritte Ableitungsreihe ist in der Zahl der Oosporen in einem Oogon egeben. Die den Oogonen homologen Sporangien haben bei den aquatihen Formen viele, oft mehrere Hunderte von Zoosporen. Die Reduktion er Zahl auf einige Dutzend oder weniger Oosporen wird kompensiert urch die Größenzunahme und die reichliche Ausrüstung mit Speicherahrung der letzteren.

Die Reduktion der Oosporenzahl in einem Oogon von vielen über wenige s auf eine kann auch bei den vielsporigen submersen *Saprolegnia-* und *chlya*arten auftreten. Sie ist dann bedingt durch Nahrungsarmut und tritt esonders bei alternden Pflänzchen auf; die Durchschnittszahl der Oosporen einem Oogon in einer Kultur wird dadurch nur wenig verändert; es eiben immer viele oder mehrere Oosporen in einem Oogon. Die hier änotypisch bedingte Einzahl ist aber bei den Arten der Gattungen *Brevignia, Geolegnia* und *Aplanopsis* konstant geworden und erblich fixiert uch bei Nahrungsfülle und üppigem Wuchs treten keine mehr- oder vielorigen Oogone wieder auf. Die genotypisch bestimmte Einzahl der osporen ist zu einer Sackgasse geworden. Der Entwicklungsprozeß ist cht reversibel.

Die Studien zur Verbreitung dieser Phycomycetenfamilie haben ergeben, ß die weitaus meisten Arten aller Gattungen mit vielen oder mehreren osporen im Oogon die wässrigen Habitate bewohnen, während die nur terrestrischen Standorten gefundenen nur eineiige haben. Auch diese lzfamilie hat den Schritt vom Wasser aufs Land vollbracht, und die Reiktion der Oosporenzahl im Oogon ist dafür das phylogenetisch bedeutmste unter den angeführten Kriterien.

Wie in vielen anderen Pflanzengruppen geht die Entwicklung von vielorigen Anlagen oder bei höheren Pflanzen von vielen Fruchtanlagen in ner Blüte aus und führt über die Zahlverminderung zur Einzahl.

Gekoppelt damit treten weitere morphologische Differenzierungen auf, die innerhalb engerer Gruppen, jedes für sich betrachtet und abgeleitet, die allgemeine Entwicklungsrichtung wechselweise illustrieren und mosaikhaft ergänzen.

Diese, weniger oder mehr abgeleiteten und dem Leben in terrestrischen Habitaten angepaßt erscheinenden *Saprolegniaceae* sind in dieser Arbeit behandelt, während die für den Boden weniger oder nicht bezeichnenden Formen anderer Gattungen, die auch aus Bodenproben isoliert wurden, nicht eingeschlossen sind.

Behandelt sind hier die Gattungen *Thraustotheca, Brevilegnia, Geolegnia, Aplanopsis nov. gen.* und *Calyptralegnia.* Die drei ersten stehen nach ihrer Morphologie einander näher als den beiden anderen; so nahe, daß sie hier als eine Unterfamilie, *Thraustothecoideae,* zusammengefaßt werden.

Über diese Pilze ist selten berichtet worden. Außer der amerikanischen Literatur sind mir nur einzelne Funde aus Lettland durch Apinis (1929), aus England durch Forbes (1934) und Jvimey-Cook und aus Deutschland durch Höhnk (1935) und Richter (1937) bekannt geworden.

Von den aufgeführten fünf Gattungen mit zwölf Arten, einer Varietät und drei Rassen sind hier drei Gattungen mit vier Arten im Brackwasser oder an seinem Ufer aufgetreten, die anderen im Uferstreifen des Süßwassers in feuchten, humosen, schwarzerdigen Habitaten oder im Ackerboden der Geest, alle im nordwestdeutschen Raume, und zwar in der Umgegend Plöns in Holstein (am Schöhsee und am Kleinen Uklei), bei Bremen und bei Bremerhaven.[1])

Die befolgte Methode des Fanges und der Kultur habe ich 1935 dargestellt.

2. Beobachtungen an Reinkulturen

Einige Eigenheiten an den Reinkulturen veranlaßten eine längere und kontinuierliche Beobachtung, und zwar traten sie auf bei den Reinkulturen von *Brevilegnia diclina.*

Mycelien, die der Diagnose dieses Pilzes entsprachen, wurden mehrere Male von verschiedenen Bodenproben isoliert, rein kultiviert und dann zu Einsporenkulturen geführt. Sie mögen zunächst mit RK 38 und RK 40 bezeichnet werden. RK 38 erreichte an Ameisenpuppen gewöhnlich eine Hyphenlänge von 5 bis 6 mm, RK 40 dagegen fast das Doppelte, 10 bis 12 mm. Die Maße blieben in den Tochterkulturen angenähert konstant. Diese auffallende Tatsache veranlaßte die Herstellung von Einsporkulturen,

---

[1]) Diese Arbeiten wurden im Rahmen anderer während zweier Gastaufenthalte in der Hydrobiologischen Anstalt der Max-Planck-Gesellschaft in Plön (Holstein) begonnen, fortgesetzt im Übersee-Museum in Bremen und abgeschlossen im Institut für Meeresforschung in Bremerhaven. Den Leitungen und den Herren der beiden erstgenannten Institute bin ich dankbar für die Arbeitsplätze und die Erleichterungen, die sie mir bereitwilligst gewährten.

nd zwar jeweils ausgehend von einer kleinen, kugeligen, prospektiv ein-
ernigen Spore.

Die Folgekulturen davon zeigten bezüglich der Hyphenlänge denselben nterschied. Das führte zu der Annahme, daß dieser im Genotypus be-ündet sei. Darum wurden sie gleichzeitig, nebeneinander unter den glei-en äußeren Bedingungen und im gefilterten Wasser des jeweiligen andortes gezogen. Sie standen verdeckt, im Zimmer, dessen Temperatur vischen 14 bis 22° C schwankte. Auf eine „Substratmüdigkeit", wie RICHTER 937) sie erwähnte, wurde geachtet; sie trat nicht auf. Alle protokollierten ycelien wuchsen kräftig, ja üppig.

Die Aufzeichnungen wurden über vier Folgen von doppelten Tochter-ilturen gemacht. Alle sagten dasselbe. Die Hyphenlänge der RK 38 ver-elt sich zu der von RK 40 etwa wie 1:2 oder doch 3:5. Ein Auszug aus em Laborjournal ist bei der Behandlung der *Br. diclina* p. 74 wieder-egeben.

Der Vergleich der täglichen Eintragungen dort zeigt noch mehr. Vom veiten Tage ab war die Längenproportion schon vorhanden, obwohl beide 'üchse gleichzeitig das erste Sporangium bildeten. Das Wachstum sta-iierte bei der RK 38 vom achten, das der RK 40 etwa vom neunten Tage . D. h., in fast gleicher Zeit war die doppelte Hyphenlänge erreicht.

Nicht nur diese Tatsache, sondern deutlicher noch ließ der Gleichklang er Lebensrhythmen den Schluß zu, daß die auffällig unterschiedliche inge der Pflänzchen genotypisch bedingt sei.

Am vierten Tage waren an den Einzelhyphen in beiden Kulturen meistens s 3. oder 4. Sporangium gebildet oder übergipfelt. Am achten Tage traten i beiden die für die Bodenpilze so charakteristischen dünnen, verästelten, metangientragenden Seitenästchen auf, nur um wenige Stunden war (38 dem anderen Mycel voraus. Gleichzeitig zeigte sich auch der Rei-ngsprozeß bei den Oogonen und Oo- bzw. Parthenosporen. Der Umstand, ß nach zwei bis drei Wochen in beiden Mycelien 10 bis 15 % zerfallene)- bzw. Parthenosporen gefunden wurden, dürfte illustrieren, daß durch e Substratwahl und äußere Einflüsse keins der beiden Mycelien ungün-ger behandelt worden war als das andere. RK 38 und RK 40 können rum als zwei verschiedene Rassen der gleichen Art, die eine als kurz-d die andere als langwüchsig, angesehn werden.

Außer diesen beiden Isolierungen war die RK 104a ebenfalls eine . *diclina*. Sie wurde gleichzeitig in die erwähnten Beobachtungsreihen t eingeschaltet. Sie entsprach im Entwicklungsrhythmus den beiden deren auffallend, in der Wuchslänge ergab sich eine Übereinstimmung t der kurzwüchsigen Rasse (RK 38), von beiden unterschied sie sich doch durch die starke sexuelle Neigung. Während die Auszählungen bei n oben behandelten Rassen 10 bis 15 % antheridienbeschickte Oogone gab, lag bei der RK 104a der gleiche Quotient bei 66 % oder mehr. Ein eiterer Unterschied bestand darin, daß bei RK 38 und RK 40 dikline und drogyne Antheridien in angenähert gleichen Zahlen vorhanden waren,

bei der RK 104a aber die diklinen stark überwogen. Die antheridialen, dünnen Seitenästchen der letzteren schlängelten sich gleichsam durch die z. T. dichten Oogonstände anderer Hyphen hindurch und beschickten mehrere hyphenfremde Oogone mit Nebenästchen, die eine oder auch einige Antheriden am Ende abtrennten.

Den beiden Rassen, kurz- und langwüchsig, ist eine dritte hinzuzufügen, die durch die ausgeprägt stärkere sexuelle Neigung unter gleichen Verhältnissen gekennzeichnet ist. Der von Schlösser eingeschlagene Weg, neben den Artnamen die Geschlechtlichkeit in Prozenten zu setzen, ist hier leider nicht beschreitbar, weil die prozentuale Geschlechtlichkeit auf eine fixierte, gleichbleibende Temperatur, Schlösser wählte 16° C, bezogen werden muß. Nur dann schafft die Angabe für regionale Arbeiten Vergleichswerte. Darum sind die erhaltenen Mycelien wie folgt bezeichnet:

RK 104a	— starke Sexneigung	— kurzwüchsig	— Rasse α
RK 38	— geringe „	— „	— Rasse β
RK 40	— „ „	— langwüchsig	— Rasse γ

Von diesen dreien entspricht die erste, α, nach der Art der Antheridien, nicht nach ihrer Zahl, Harveys Originalbeschreibung am meisten.

Es lage nahe, in die Beobachtungsreihen unter den gleichen Kulturbedingungen Mycelien anderer Arten einzuschalten. Das ist auch geschehen; im speziellen Teile sind kurze Auszüge aus dem Laborjournal von *Brevilegnia diclina, Br. subclavata, Geol. intermedia* und *Aplanopsis terrestris* gegeben. Verschiedene Rassen wie bei *Br. diclina* konnten bei den anderen Arten nicht festgestellt werden.

Vergleicht man aber die Gesamtentwicklungsdauer und den Beginn und die zeitliche Ausprägung der einzelnen Entwicklungsphasen dieser Pilze miteinander, ergeben sich deutliche Unterschiede. Dafür etwa allein die Nahrungsart (Substratwahl) verantwortlich zu machen, ist abwegig.

Die physiologischen Arbeiten, maßgeblich beeinflußt von Klebs, haben gezeigt, daß die Differenzierungsprozesse eines solchen Mycels weitgehend durch äußere, chemische und physikalische, zeitweilig oder konstant wirkende Faktoren hervorgerufen, umgeschaltet oder teilweise rückläufig beeinflußt werden können. Extramatrikales Mycel kann sofort Infektionsschläuche und damit intramatrikales Mycel bilden, der Planetismus der Sporen kann mehrfach wiederholt und auch unterdrückt werden, man kann theoretisch unbegrenzt lange ein Mycel nur vegetativ wachsend erhalten, man kann plötzliche Sporulation hervorrufen, und man hat in einigen Fällen die Bildung der Sexorgane experimentell erzwingen oder deren Zahl beeinflussen können, und man hat auch begonnene Differenzierungsprozesse umschalten können, einmal oder mehrere Male.

Alle diese Möglichkeiten verraten den sehr geringen Grad der Differenzierung dieser Organismen. Sie treten in der Kulturschale an den Substraten wie Ameisenpuppen oder Hanfsamen, die als natürliche an-

esprochen werden können, nicht oder nur als Zufallserscheinungen auf. .e sind gegebenenfalls Hilfen, um die Kulturbedingungen systematisch orteilhaft zu gestalten und einen Wuchs in der Kultur beurteilen zu önnen, ob er gestört oder ungestört verläuft, ob die Entwicklung voll-tändig oder gekürzt, kontinuierlich oder sprunghaft ist.

Vollständig ist eine Einzelentwicklung, wenn nach der Bildung des intra-atrikalen Mycels die des extramatrikalen eintritt und sich hier äußert drei Phasen: Vegetatives Wachstum, vegetative Propagation und Sexua-ät. In der Petrischale treten diese Phasen in der genannten Folge auf, enn ein Substrat mit begrenzter Nahrungsmenge vorhanden ist und die mweltsbedingungen günstig sind. Günstig dürfen in der Regel für ıbitatstypische Pilze die Bedingungen des natürlichen Standortes sein, e zugleich für habitatsfremde Zufallsfunde Entwicklungsstörungen (die zu ekürzten oder lückenhaften Lebensläufen durch Unterdrückung einer ıase oder gar zwei von ihnen oder zur auffälligen Betonung einer auf osten der anderen führen kann) und atypische Bildungen (z. B. Verschie-ıng der Quotienten Durchwachsung/Übergipfelung der Sporangien, phäno-pische Reduktion der Oosporenzahl im Oogon oder kurzlebige und zer-llende Oo- bzw. Parthenosporen) weniger oder mehr bewirken. Sollte ei einem Mycel die zweite oder dritte Phase unterdrückt sein, kann die eststellung, daß die Eigenschaft im Genotypus der Art begründet ist, erst ırch Kulturexperimente wahrscheinlich gemacht werden.

Kontinuierlich ist die Entwicklung eines Pflänzchens, bei dem die Phasen der bezeichneten Reihenfolge auftreten, jede von diesen eine eingipfelige urve darstellt und sich das Abklingen der vorigen mit dem Anklingen der ichsten kompensatorisch so überschiebt, daß sich für das Pflänzchen im orphologischen Bild eine ungestörte Leistungskurve ergibt.

Der vollständige und kontinuierliche Ablauf einer Entwicklung an einem ıbstrat mit begrenzter Nahrungsmenge in der Kulturschale bei günstigen edingungen gibt Vergleichsdaten, sowohl für systematische Zwecke als ıch für ökologische Betrachtungen. Die Auswertung für die Systematik t im speziellen Teil versucht worden. Die ökologische Auswertung würde tragreicher, besonders hinsichtlich der Propagationsziffer, wenn der Rah-en der Arbeit auch aquatische Arten und Gattungen eingeschlossen hätte. ir die behandelten systematischen Einheiten läßt sich sagen, daß, ab-esehen vom höheren systematischen Wert der Oosporenstruktur gegen-ber dem Sporulationstypus, die Sporulation der terrestrischen Formen ab-ehmende Tendenz hat und ebenso der Quotient Oo-/Parthenosporen. Die arthenogenese wird für die Erhaltung der Art im Boden bedeutungsvoller. ei *Aplanopsis terrestris* scheint es auch durch die hohe absolute Zahl der arthenosporen illustriert zu sein, derart, daß die fehlenden vegetativen ooren durch die gegenüber anderen Arten größere Zahl der besser aus-erüsteten Parthenosporen ausgeglichen wird, um die Art, korrespondie-nd zu ungünstigen Habitatsverhältnissen (Trockenheit), zum Überdauern ı befähigen.

3. Schlüssel zur Bestimmung der Gattungen

1. Der vollständige Entwicklungszyklus ist bekannt: Vegetatives Wachstum, veg. Propagation und die sexuelle Phase. — Die Sporangiosporen enzystieren sich im Sporangium und sind dann gewöhnlich polyedrisch und rundkantig bzw. -eckig. — Auftretende schwärmende Zoosporen sind monomorph und haben die zwei Zilien seitlich inseriert. — Oo- bzw. Parthenosporen zu vielen oder in Einzahl im Oogon.

   2. Die Sporangiumwand ist konsistent. Ihr oberer deckel- oder kappenartiger Teil springt ab oder klappt zurück; dadurch erhalten die Sporangiosporen ihren Austritt. — Oosporen, zentrischer oder subzentrischer Struktur, zu mehreren oder in Einzahl im Oogon . . . 1. *Calyptralegnia* . . . 59

   2. Die Sporangienwand ist dünn bis ephemer; sie platzt oder zerreißt gewöhnlich am Ende des Sporulationsprozesses. Die Sporangiosporen verschiedener Größe, ein- oder mehrkernig, fallen größtenteils in Gruppen oder einzeln ab. — Bei zwei *Brevilegnia*arten sporulieren die primären Sporangien nach dem *Achlya*typus. — Oosporen haben exzentrische Struktur . . . . *Thraustothecoideae*

      3. Viele Oosporen im Oogon, Hyphen dick, Sporangien keulig . . . . 2. *Thraustotheca* . . . 62

      3. Eine Ospore im Oogon.

         4. Hyphen mitteldick, Sporangien zylindrisch oder keulig und enthalten gewöhnlich mehrere Reihen Sporen verschiedener Größe . . . . 3. *Brevilegnia* 65

         4. Hyphen eng, Sporangien fädig, enthalten eine Reihe kugeliger oder zylindrischer, mehrkerniger Plasmaballen . 4. *Geolegnia* 79

1. Der Entwicklungszyklus zeigt nur vegetatives Wachstum und die sexuelle Phase. Eine Oo- bzw. Parthenospore von zentrischer Struktur im Oogon . . . . 5. *Aplanopsis* 85

Genus: *Calyptralegnia* COKER et COUCH, Journ. Mitchell Sci. Soc. 42, 219, 1927.

nzige Art: *Calyptra achlyoides* COKER et COUCH. Journ. El. Mitchel Sci. Soc. 39: 112—115, pl. 8; 1923.

Mycel an Maiskörnern üppig; die Hyphen haben den *achlyoiden*, konischen rundtypus. Sporangien endständig, an Haupt- und Nebenästen, ± zylindrisch. e Sporen enzystieren sich im Sporangium und treten, die an vorbereiteter Stelle attkantig abspringende Kappe zurückbiegend oder vor sich herschiebend, kzessive, zu Gruppen vereinigt oder auch einzeln, aus. Zysten rundkantig-polyrisch, mittlerer Durchmesser ± 12 μ. Zoosporen monomorph, seitlicher Ziliensitz. Oogone endständig an Seitenzweigen, kugelig; enthalten wenige Oosporen wei oder drei), deren Durchmesser 40 bis 49 μ. Antheridien nicht beobachtet ach COKER und FORBES meistens vorhanden, androgyn und diklin). — Gemmen hr selten.

Den ersten Fund dieses Pilzes in Deutschland habe ich schon 1935 erähnt. Er war in Bodenproben vom Oberhammelwarder Strande an der iederweser enthalten, die im April und Juni 1934 während des höchsten asserstandes in Höhe des Wasserspiegels genommen wurden. Seither ist in Bodenproben des gleichen Standortes wiederholt aufgetreten.

An gekochten Maiskörnern entstanden üppige Rasen, deren Durchmesser wa 3 cm betrug. Die Basis der Haupthypen maß bis zu etwa 200 μ. Bei ringeren Nahrungsmengen in großen Petrischalen mit viel Wasser blien die Maße kleiner und entsprachen denen, die COKER und COUCH und RBES angegeben haben.

Die junge, in ihrer oberen Hälfte noch nicht oder wenig gegliederte yphe war konisch zugespitzt. In den übrigen Wüchsen entstand in den hr jungen, mit Plasma dicht gefüllten Hyphen zwischen Basisbreite 00 μ) und Länge (3 bis 4 mm) ein Mißverhältnis, so daß das Hyphenende umpf erschien. Dann beulte es an einer Stelle aus, trieb eine Spitze vor, eitete sich aus, „schluckte" durch Nachwachsen die Spitze, bildete eine eue, „schluckte" sie wieder u. s. f., bis bei ständig abnehmendem Hyphenrchmesser die letzte Spitze als Hyphenspitze erhalten blieb. Dieses ruckeise Wachsen war indessen nicht die Regel, gewöhnlich wurde die geldete hyaline Spitze nicht ganz geschluckt, sondern wuchs in geringem ostande stets vor dem mit körnigem Plasma gefüllten Ende her, wobei sie wöhnlich verlagert wurde. In einigen mitgezeichneten Fällen fand die erlagerung in der Weise statt, daß die Spitze eine fast regelmäßige irale beschrieb, der Wachstumsprozeß gleichsam ein Bohren darstellte.

Die beiden aufgeführten Fälle, ruckweises und spiraliges Wachstum, wurn auch in Kulturen dickhyphiger *Achlya*pflänzchen verfolgt.

Bei Wuchsstörungen und retardiertem Wachstum wurde die konische rundform der Hyphe zeitweilig verdeckt, sie trat aber nach Belebung des achstums, je nach Hyphendurchmesser, mehr oder weniger deutlich wie-

der in Erscheinung. Gleiches ist auch von den Seitenzweigen zu sagen; die dickeren waren konisch. War eine gewisse Grenze erreicht, blieben sie angenähert parallelwandig.

Bei abklingendem Streckenwachstum trat die Sporangienbildung ein. Die hyaline Spitze weitete sich, das Ende wurde stumpf und zum größten Teil mit körnigem Plasma angefüllt. Gewöhnlich blieb die hyaline Flüssigkeit der Spitze noch eine Zeitlang sichtbar; sie änderte mehrfach ihren Platz und wurde erst bei der später eintretenden Spaltung und Klüftung des Plasmas in das Verzweigungssystem der Zentralvakuole aufgenommen.

Das Plasma des Hyphenendes, zunächst gleichmäßig dicht gelagert, zeigte dann eine fortschreitende grobe Klüftung, die ungleiche Plasmateile trennte; sie war nur vorübergehend sichtbar und währte nicht lange. Alle Plasmaballen verschmolzen wieder miteinander. Der Plasmaleib kontrahierte sich, und am Fußende entstand ein auffällig breiter, von körnigem Plasma gänzlich freier Raum, der von einer Flüssigkeit angefüllt war, die die gleichen lichtbrechenden Eigenschaften hatte wie der Inhalt der Spitze bei der wachsenden Hyphe. Die Grenzflächen der Plasmaleiber, des Sporangiums und der Hyphe änderten fortlaufend ihre Form; fortwährend fanden Umlagerungen statt. Der Zwischenraum mit dem glänzend-hyalinen Inhalt zeigte darum auch Variationen in seiner Breite. Nähern sich die Plasmaleiber des Sporangiums und der Hyphe endgültig, ist die Zwischenwand, die vorher, als dünne Doppellinie an der Hyphenwand entspringend, sichtbar war, gebildet. — Der ganze Prozeß dauerte in den meisten Fällen von etwa 25 bis 70 Minuten.

Für *Vaucheria* ist die Bildung der Zwischenwand ganz ähnlich beschrieben und gezeichnet worden.

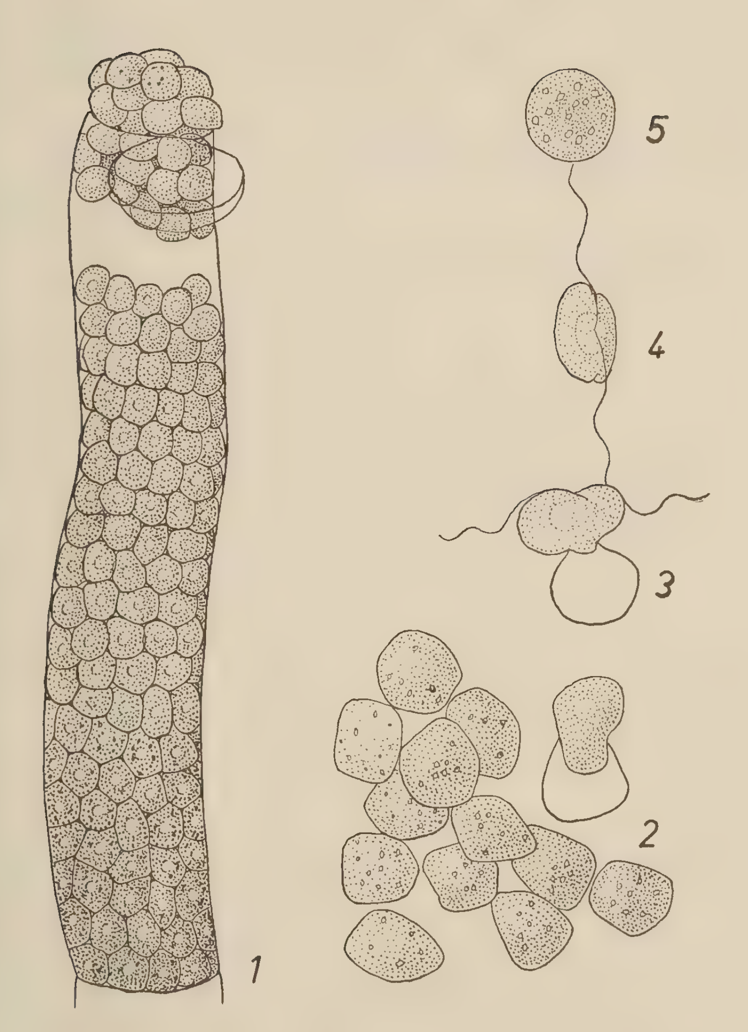
Plasmaarme Sporangien, in denen die Aufteilung des Plasmas und die Individualisierung der Sporen zu verfolgen gewesen wären, traten in der Beobachtungszeit nicht auf. Die Beobachtungen an den vorhandenen ließen die folgenden Phasen erkennen: Spaltung und Klüftung des Plasmaleibes in gleich große Ballen von etwa Sporengröße, die dabei auftretenden, langsam bis an die Sporangienwand vordringenden Spalten waren mit hyalinem Vakuoleninhalt gefüllt. Als die letzten Verbindungen zwischen den Plasmaballen an der peripheren Sporangiumwand durchschnitten waren, rundeten sie sich ab, und jeder erhielt eine Vakuole, deren Deutlichkeit im Wechsel ab- und zunahm.

Soweit deckt sich der Sporenbildungsprozeß hier mit der Beschreibung Rotherts für *Saprolegnia* und *Achlya*. — Es müßten nun die Vorbereitungen zum Sporenaustritt sichtbar geworden sein. Nicht selten trat dieser

---

Tafel 7: *Calyptralegnia achlyoides* Coker et Couch:
Fig. 1: ein geöffnetes Sporangium. 2: polyedrische, enzystierte Sporen, eine verläßt die Zyste. 3: ausschlüpfende Zoospore. 4: schwärmende Zoospore. 5: zweite Enzystierung, die kugelige Form hat. Fig. 1 ca. 375×, 2 bis 5 ca. 1000×.

Tafel 7



ber erst nach mehreren Stunden ein. Inzwischen wurde der Prozeß der asmaaufteilung rückgängig gemacht. Die Sporen wurden augenscheinlich ieder eingeschmolzen, und erst nach einiger Zeit traten ihre Grenzen, ohl meistens an den gleichen Stellen liegend, wieder zum Vorschein. ann trat zum zweiten Male Vakuolisierung ein, und daran schlossen sich e Vorbereitungen zum Sporenaustritt an. In Einzelfällen wurde sogar ein veites Einschmelzen und daran anschließend die dritte Vakuolisierung be-bachtet.

Die Ursache der Prozeßwiederholung dürfte durch den Plasmareichtum er Sporangien bedingt sein und gleichmäßigere Verteilung des Plasmas ezwecken. — Dieser gestörte Ablauf erklärt jedoch die sehr unterschied-che Zeitdauer der Gesamtphase.

Je länger das Sporangium war und je mehr der Sporenbildungsprozeß rtschritt, um so mehr trat in Erscheinung, daß der Kopf dem basalen Teile m einiges in der Entwicklung voraus war. In einem besonderen Falle aren die Sporen des Kopfes zum Austritt fertig, da begann im unteren eile erst die Vakuolisierung.

„Fertig zum Austritt" bedeutet hier die Ausbildung einer Sporenmembran nd Quellung durch Wasseraufnahme. Die Membran ist bei den austreten-en oder gerade ausgetretenen Sporen schon vorhanden. Sie war dann icht kugelig, sondern zeigte abgerundete Kanten und Ecken. Es ist augen-cheinlich, daß der Membranbildung unmittelbar die Quellung der Einzel-boren folgt. Die hierdurch verursachte Raumenge führt zur poly-drischen Sporenform. Diese konnte, wenn der Austritt schnell erfolgte, zu nem Teile noch rückgängig gemacht werden; spitze Ecken und scharfe anten wurden abgeflacht.

Vor der Quellung waren die Sporen dunkel und granuliert. Durch die uellung wurden sie hell und homogen. Die Volumenzunahme brachte die porangienmembran zum Zerreißen. Derselbe Effekt wurde auch auf olgende Weise erzielt: Die gequollenen Sporen des oberen Sporangien-eiles kontrahierten sich gleichzeitig, traten etwas von der Sporangiumwand b — wahrscheinlich verursacht durch den Druck des ausgestoßenen Vassers — und bildeten eine zentrale Sporensäule, die dann die Öffnung rzwang.

Der Vollständigkeit halber muß noch erwähnt werden, daß der uellungs- oder der Kontraktionszustand nicht immer gleich die Sprengung er Sporangiumsmembran herbeiführte; in diesen Fällen wiederholte sich er Prozeß. Dabei zeigte sich, daß sich bei der Wiederholung ein größerer eil der Sporen beteiligte, und zwar in dem Maße, wie sie bei der ukzessiven Durchführung der Sporenbildung fertig waren oder sich in inem Stadium befanden, welches die Effektleistung erhöhte.

Die glattkantig abgesprengten Stücke der Sporangiengehäuse waren ver-chieden groß. Sie waren Deckeln vergleichbar, mützenartig oder noch rößer, bis etwa zu einem Drittel der Sporangiumlänge.

Die Sporen traten in Gruppen auf, meistens in zwei bis fünf Haupt-ruppen. Abgebrochene oder abgerissene Teilgruppen oder Einzelsporen

wurden auch von der folgenden Gruppe hinausgeschoben. Kleine Verbände oder Einzelsporen blieben häufig als Rest zurück.

Die Sporengruppen außerhalb des Sporangiums zerbröckelten in Einzelsporen. Diese keimten oder verließen die Membran als schwärmende Zoosporen, die die zwei Zilien seitlich inseriert hatten und nahe der Insertionsstelle eine Vakuole zeigten.

Während der achteinhalb Monate Kulturdauer, in der neun Generationen jeweils in mehreren Einzelkulturen gezogen wurden, sind nur einzelne Oogone gefunden worden. Sie enthielten zwei bzw. drei Oosporen, deren Durchmesser zwischen 40 und 49 μ maßen. — Antheridien traten nicht auf.

Gemmen sind in den Kulturen nicht oder nur sehr selten gesehen worden. Sie waren durch zwei Querwände abgeschnittene interkalare Hyphenstücke, ohne Verdickung oder andere Formung.

Berichtete Funde:

Coker and Couch, 1922 in wässrigem Habitat, Okt., Nov. 1927, in einer Bodenprobe.

Harvey, 1927, Bodenprobe, trockener Sand; einmal in wässrigem Habitat.

Forbes, 1932/33, zehnmal in wässrigem Habitat, Sept./März.

b) Genus: *Thraustotheca* Humphrey.

Humphrey, Trans. Am. Phil. Sic. 17: 131, 1892.

Die Gattung enthält heute zwei Arten, *Thr. clavata* und *Thr. primoachlya.* Die 1923 neu beschriebene Art *Thr. achlyoides* ist 1927 abgetrennt worden als Typus der neuerrichteten Gattung *Calyptralegnia* Coker et Couch. Die 1926 beschriebene *Thr. unisperma* und ihre Varietät *litoralis* sind 1927 der jungen Gattung *Brevilegnia* Coker et Couch zugewiesen worden. 1937 ist von Richter eine *Thr. spec.* behandelt worden, die aber, wie der Autor schon selbst angibt, in *Brevilegnia* eingereiht werden muß.

Diese Gattung ist unter den hier behandelten Gattungen durch die Vielzahl der Oosporen in einem Oogon als relativ primitiv gekennzeichnet. Die Oosporen haben exzentrische Struktur.

Das Wechselverhältnis zwischen Sporulationstypus und Habitat ist hier durch verbreitungsökologische Studien gut demonstriert. Die für drei Jahrzehnte einzige Art, *Thr. clavata,* mußte 1925, als gewöhnlich nur dem Wasser Substrate entnommen wurden, als sehr selten angesprochen werden. Erst als Bodenproben, und zwar besonders dem Uferstreifen entnommen, zweckentsprechend behandelt wurden, hat man sie oft gefunden. Die gleiche Erfahrung machte man mit der zweiten Art, *Thr. primoachlya.* Diese zweite Art demonstriert auch noch in anderer Hinsicht die Entfaltungstendenz der Formen dieser Familie vom Wasser aufs Land. Ein Teil der Sporangien, und zwar die ersten, sporulieren wie bei *Achlya* und die letzten, der größere Teil, wie bei *Thraustotheca clavata.* Die Art steht als Grenzfall zwischen *Achlya* und *Thraustotheca.* Die Beurteilung erfolgt nach der letzten, zahlenmäßig dominierenden Sporangienart, die auch an

n Keimschläuchen der Zygoten auftritt, wie die Bilder bei COKER und UCH (1924) zeigen.

Die Typusart ist vor kurzem (1937) zweimal zytologisch bearbeitet worn. SCHRADER gelang der Nachweis der Reduktionsteilung. Sie findet statt i der Zygotenkeimung. Damit ist das von CLAUSSEN 1908 erschlossene d aufgezeichnete Entwicklungsschema nunmehr für diese Pilze bestätigt orden. SHANOR bestätigte den Sexualakt. Auf einen Unterschied möge ngewiesen werden. Bei der Kernteilung erwähnt SCHRADER kein Zentrom und sagt, daß auch im ruhenden Kern niemals ein Zentralkörperchen sehen war. Das ist der gleiche Befund, den MÄCKEL und HÖHNK von *prolegnia*arten berichten. SHANOR behält die beiden Termini bei; er interetiert das Zentrosom „as a nucleolus" und sagt weiterhin: „The origin of e two centrosomes found here from the one in earlier stages has not en determined."

Thraustotheca clavata (DE BARY) HUMPHREY.
Trans. Am. Phil. Soc. 17: 131; 1892.

yn. *Dictyuchus clavatus* DE BARY. Bot. Zeit. 46, 649; Taf. 9, Fig. 3; 1888.

Die Mycelien dieser Art wurden, die beiden 1935 angegebenen Fundellen nicht einbezogen, aus Bodenproben gewonnen, die elf Standorten tstammten. Die letzteren lagen am Ufer des Schöhsees, des Kleinen lei, des Sager Meeres bei Oldenburg und an Gräben der Umgegend emens. Alle Mycelien wiesen eine auffallende Gleichartigkeit auf, nur hl und Form der Gemmen unterlagen Schwankungen, obwohl ihr Vormmen, verglichen mit manchen *Saprolegnia*- und *Achlya*arten, als spärh bezeichnet werden muß.

An Ameisenpuppen erreichte der Radius der Kultur eine Länge von 7 bis mm.

Die einzelnen Hyphen maßen an der Basis bis zu 170 μ Breite. Sie verngten sich spitzenwärts und endigten mit runder Kappe. Später wurden e auch zu langen, verästelten Spitzen ausgezogen. Die Breitenmaße an r Mitte schwankten, doch lagen sie gewöhnlich wesentlich höher als μ.

Die Zoosporangien waren breiter als die Hyphen an der Ansatzstelle, die ngeren, typischen, waren keulig. Von diesen bis in die kleinen kugeligen stbildungen waren alle Übergangsformen vorhanden. Die späteren orangien entstanden stets am Ende der übergipfelnden Seitenäste. Die sten Übergipfelungsstrecken waren relativ lang, dann wurden sie kzessive kürzer, und schließlich resultierten am Ende der Hyphe dichte orangienbüschel.

Die Sporangienwand barst, zerbrach und blätterte ab, ein becherartiger st blieb gewöhnlich am Grunde haften. Die so freigewordenen Sporen aren enzystiert. Die zuerst herausfallenden Sporen verließen häufig die embran und schwärmten, in einzelnen Fällen über eine Stunde. Danach, enn kein Substrat gefunden war, kamen sie zur Ruhe und bildeten eine

neue Membran. Einige Male konnten solche Zoosporen, deren erst Schwärmzeit kurz gewesen war, durch Ansäuerung des Wassers zum zwei ten Schwärmen veranlaßt werden. Stets hatten sie die beiden Zilien seit lich inseriert; die Zoosporen erwiesen sich damit als monomorph. Ei großer Teil der Sporen, bei den letzten Sporangien fast alle, blieben, be sonders in nicht beeinflußten Kulturen, aplanetisch. Die Zystendurchmesse betrugen 9 bis 11,5 μ.

Die Oogone waren kugelig, hatten viele deutliche Tüpfel und maßen in Durchmesser etwa 30 bis 63 μ und saßen endständig an 9 bis 18 μ dicker Seitenästen, deren Länge das Ein- und Mehrfache des Oogondurchmesser betrug.
die 19 bis 23 μ im Durchmesser messenden Oosporen waren regelmäßi in Vielzahl vorhanden, bis zu etwa 9, oft 4 bis 5, selten 2 oder gar 1. Si hatten exzentrische Struktur; eine große Ölkugel lag in dem becherartiger Plasmaleib.

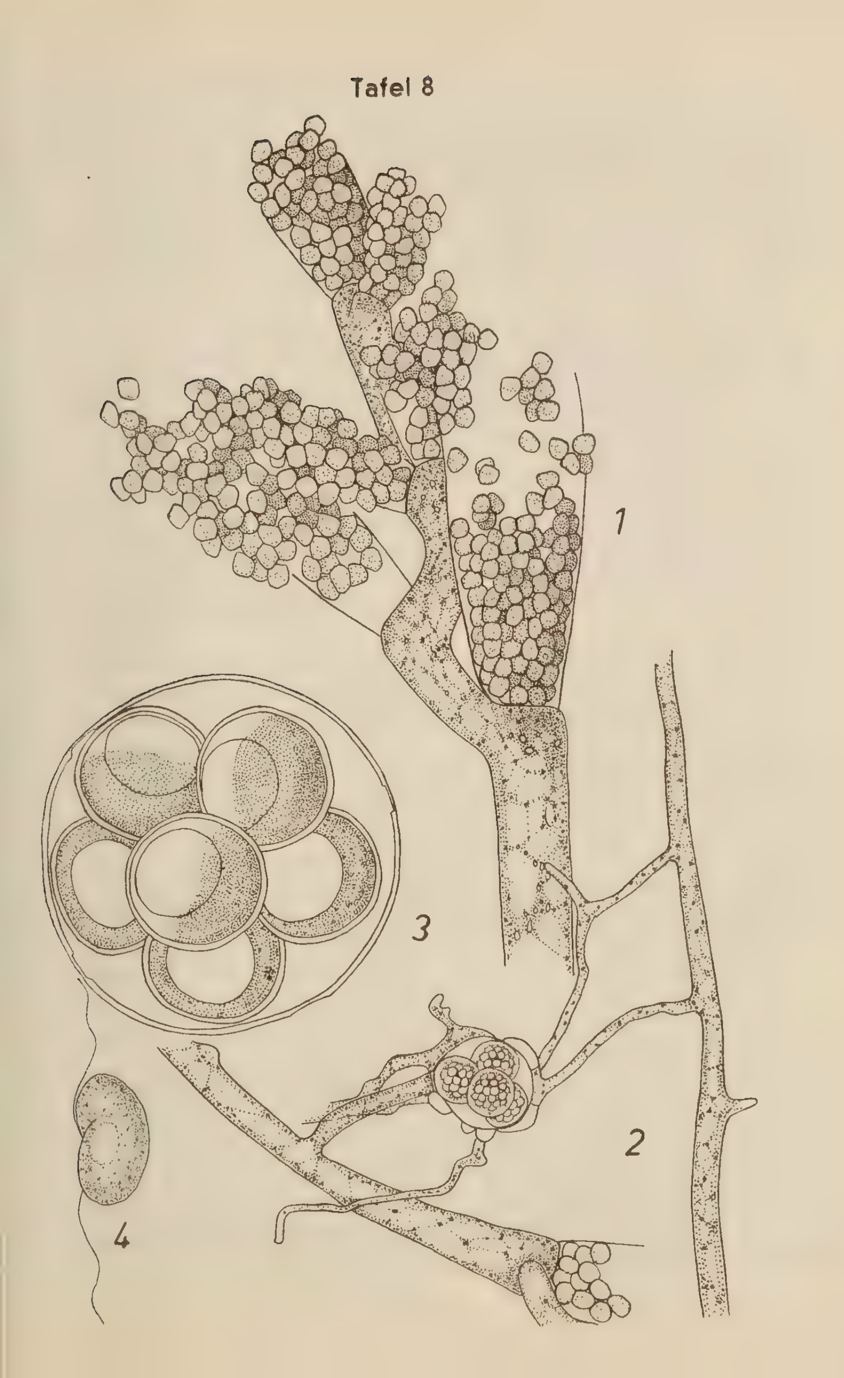
Die Antheridien waren sowohl androgynen als auch diklinen Ursprungs Das Zahlenverhältnis zwischen den androgynen und diklinen Antheridier änderte sich im Laufe der Folgegenerationen. Bei der frisch isolierten Form vom Ufer des Kleinen Uklei dominierten die androgynen so sehr, daß ein diklines erst gesucht werden mußte. Ein früher vom Ufer des Schöhsees gewonnenes Mycel zeigte zur selben Zeit im Gegensatz dazu wenige androgyne. Nach etwa drei Wochen, nachdem die zweite Folgegeneration der Ukleiform reichlich Sexualorgane gebildet hatte und noch bildete, wa das anfängliche Verhältnis schon so geändert, daß zwischen den beiden Formen der verschiedenen Standorte in dieser Hinsicht kein wesentliche Unterschied mehr festgestellt werden konnte. Beide Pilze wurden übe fünf Monate lang gezüchtet und verglichen; eine Rassencharakterisierung war unter den nicht fixierten Kulturbedingungen auf Grund des Antheridien-ursprungs nicht möglich. — Oft traten mehrere Antheridien an ein Oogon heran, umhüllten es und verdeckten es zum Teil, selten war nur eins vorhanden.

Das Ukleimycel dürfte wohl die Gegensätze erklären helfen, die in de Literatur in bezug auf Antheridien bestehen. Während DE BARY beide Arten, androgyne und dikline, angibt, äußert COKER, daß in keinem Fall ein Antheridium gefunden wurde, das von der oogontragenden Hyphe abzweigte. Ich vermute, daß, weil sich die Verhältniszahl der beiden Arten ändern kann, es bei fixierten Umweltbedingungen im Wasser vom jeweiligen Standort möglich ist, Formen von ökologisch verschiedenen Standorten durch gleichsinnig gebildete Quotienten zu unterscheiden.

Tafel 8: *Thraustotheca clavata* (DE BARY) HUMPHREY.

Fig. 1: ein Büschel von sechs Sporangien. 2: ein Oogon mit diklinen Antheridien. 3: ein Oogon mit fertig gebildeten, exzentrisch gebauten Oosporen. 4.: eine der monomorphen, schwärmenden Zoosporen. Fig. 1 und 2 ca. 233×, 3 ca. 860×, 4 ca. 1000×.

Tafel 8



Genus: **Brevilegnia** COKER et COUCH.
Journ. El. Mitchell Sci. Soc. 42: 212.

Die Mycelien dieser Gattung wachsen unter den gewöhnlichen Kultur-edingungen langsamer als aquatische Formen und benötigen eine längere - bis etwa die doppelte — Zeit, um den Lebenslauf zu beenden. Darum nd die drei Entwicklungsströme, die zeitlich einander folgen und im orphologischen Bild der Kultur sichtbar werden, deutlicher akzentuiert s es bei den schnellwüchsigen, aquatischen *Saprolegnia*arten z. B. der ıll ist.

In der ersten Periode des relativ schnellen vegetativen Wachstums ist e Verzweigung gering, sie wird bedeutender während der zweiten, der r Sporangienbildung, und erreicht ihren Höhepunkt während der dritten ıase durch die Bildung der gametangientragenden Nebenästchen.

Das Verebben der zweiten Welle, der der vegetativen Propagation, tritt ben der abnehmenden Zahl der in einer Zeiteinheit gebildeten Sporangien ch durch die unvollständige oder disharmonische Aufteilung des Plasmas ı Sporangium in Erscheinung, die sogar bis zum Unterbleiben der Auf-ilung in Sporen führt, obwohl die Sporangienentwicklung durch die ldung der basalen Zwischenwand eingeleitet ist. Im ersteren Falle resul-eren die großen Sporangiosporen oder Plasmaballen, im letzteren gemmen-fte Bildungen.

Die kleinen, normalen Sporangiosporen messen 9 bis 12 μ im Durch-esser, die größeren haben das mehr- bis vielfache Volumen; die letzteren nd aplanetisch (nach COOPER, 1929, sind sie mehrkernig), schwärmende hören zu den kleinen.

Der Sporenaustritt erfolgt bei den ersten Sporangien bei zwei Arten r. *bispora* und *Br. parvispora*) nach dem *Achlya*typus, sonst regelmäßig *raustotheca*ähnlich.

Alle Oogone enthalten ein Ei, das im reifen Zustande eine exzentrisch lagerte Ölkugel aufweist. — Die Antheridien sind meistens androgynen sprungs, nur bei einer Art (*Br. diklina*) treten vorzüglich dikline auf. — rthenogenetische Eier werden in allen Mycelien in unterschiedlicher An-hl gebildet.

chlüssel zu den gefundenen Arten.

Die primären Sporangien entleeren sich nach dem *Achlya*typus, die späteren und damit die Mehrzahl *thraustotheca*ähnlich.

2. Oo- bzw. Parthenosporendurchmesser 14 bis 21 μ, im Durchschnitt ± 19 . . . . 1. *Br. bispora*

2. Oo- bzw. Parthenosporendurchmesser 12 bis 15,5 μ, im Durchschnitt ± 13,5 . . . . . . 2. *Br. parvispora n. sp.*

1. Alle Sporangien entleeren sich *thraustotheca*-ähnlich.

3. In der Regel enthalten die Sporangien mehrere Reihen von Sporen nebeneinander.

4. Antheridien immer oder überwiegend androgyn.

5. Sporangien kurzkeulig und spindelförmig . . . . 3. *Br. subclavata*

5. Sporangien lang, meistens zylindrisch oder mit leichten Verdickungen.

6. Antheridien an 20 bis 40% der Oogone . . . . 4. *Br. unisperma*

6. Antheridien an 3 bis 5% der Oogone 5. *Br. unisperma var. litoralis*

4. Antheridien diklin oder zu etwa gleichen Teilen diklin und androgyn . . . . . . 6. *Br. diclina*

3. Die Sporangien enthalten eine Reihe von Sporen und gelegentlich in unregelmäßigen Verdickungen mehrere . . . . 7. *Br. minutandra n. sp.*

1. *B r e v i l e g n i a b i s p o r a* Couch, 1927.
Journ. El. Mitchell Sci. Soc. 42: 228—229; Taf. 37, 38.

Dieser Pilz wurde aus einigen Bodenproben gewonnen, die dem Westufer des Wollingster Sees (bei Bremerhaven) im Juli entnommen waren.

An Hanfsamen bildete dieser Pilz ein Mycel von fast 3 cm Durchmesser. Die längeren Hyphen maßen ± 12 mm, ihre Basisbreite bis zu 60 μ, meistens 30 bis 50 μ.

Am Ende des zweiten Tages begann die Bildung der Sporangien, die etwa eine Woche anhielt. Sie waren länglich, ca. fünf- bis elfmal so lang wie breit, oben stumpf und zeigten häufig, wenn sie von der Hyphe durch eine Zwischenwand getrennt waren, in der Mitte oder im oberen Teile eine leichte Schwellung.

Bei den ersten Sporangien lief der Sporulationsprozeß in etwa der gleichen Zeit ab, wie bei einer aquatischen *Achlya*. Auch der Austritt der Sporen war bei dieser zeitlich ersten Gruppe der Sporangien *achlya*-ähnlich. Die Öffnung, oft als Ausbeulung der Membran kurz vorm Austritt bezeichnet, befand sich gewöhnlich an der Spitze, selten an den Seitenwänden. Die einzelnen Sporen waren kugelig und hatten, enzystiert, einen Durchmesser von 10 bis 11 μ. Viele der Zoosporen verließen die Zyste nach kurzer Zeit und schwärmten. Die Schwärmer hatten die zwei Zilien seitlich inseriert.

Vom Ende des dritten Tages ab wurden regelmäßig Sporangien beobachtet, die, in Form und Größe den ersten Sporangien ähnelnd, den *thraustotheca*ähnlichen Sporenaustritt zeigten. Die Zahl dieser Sporangien

ır, weil sie vom vierten Tage ab schon dominierten und dann bis zum agnieren des Mycels fast ausschließlich gebildet wurden, bedeutend grö- r als die der *achlya*ähnlichen. Die Sporen der zweiten Sporangiengruppe ıwollen, zerrissen dabei die Sporangienwand und fielen einzeln oder in einen Verbänden heraus; etliche blieben auch am Fuße des Sporangiums ften. Diese Sporen waren umhäutet, hatten oft eine relativ große zentrale ıkuole und wurden nicht schwärmend gefunden. Ihr Durchmesser oder e längere Achse betrug bis zu 22 μ; ihr Umriß war fast rund oder zeigte ımpfe Ecken und Abflachungen.

Zur Zeit, als die *traustotheca*ähnlichen Sporangien schon dominierten, tsprossen den dicken Haupt- und Nebenhyphen 4 bis 8 μ dünne Seiten- tchen, die, unregelmäßig gewachsen und oft verzweigt, an den Enden e Oogone trugen. Die Oogone, fast kugelig und glatt, 18 bis 29 μ, im ırchmesser, enthielten stets ein Ei, dessen Durchmesser 14 bis 21 μ, im ırchschnitt 19 μ maß.

Etwa drei Fünftel der durchgemusterten Oogone zeigten ein oder einige drogyne Antheridien auf, die meistens den oogontragenden Ästchen ent- rangen. Gemmen traten hier häufiger als bei den anderen gefundenen ten der Gattung auf. Ihre Form war mannigfaltig, zylindrisch, keulig er auch angenähert kugelig. Sie saßen einzeln oder häufig in zwei- bis eniggliedrigen Ketten.

richteter Fund:
)UCH (1926): Einmal in Bodenprobe, Laubwald, Long Island, Mai.

Brevilegnia parvispora nov. spec.

An Hanfsamen ist der Wuchs dicht und sein Radius beträgt ± 7 mm; an Ameisen- ppen ist er locker und einzelne Hyphen werden bis 9 mm lang. Die Breite der upthyphen an der Basis beträgt bis 57 μ; sie verjüngt sich *achlya*artig.

Die zylindrischen oder auch in der Mitte oder am oberen Ende leicht verdickten orangien entstehen endständig. Die zeitlich ersten werden von den späteren an ıächst längeren und dann sukzessive kürzer werdenden Seitenzweigen über- felt; schließlich resultieren Sporangienbüschel.

Die primären, fast zylindrischen Sporangien entleeren sich nach dem *Achlya*- ous. Die austretenden Sporen vereinigen sich zu einer unvollständigen Hohl- gel vor der Sporangienöffnung. Die Sporen der späteren Sporangien enzystieren ı in den Sporangien. Sie werden frei durch den Zerfall der Sporangienwand, *austotheca*ähnlich.

Die Sporen der ersten Sporangiengruppe, enzystiert 10—12 μ im Durchmesser, lassen ihre Membran und schwärmen mit zwei seitlich inserierten Zilien, die der zten sind aplanetisch und zeigen häufig eine kugelige oder im Umriß längliche kuole und haben dann Achsen von ± 15 μ bzw. 8—12×15—21 μ.

Die Oogone enthalten ein kugeliges Ei mit einem Durchmesser von 12—15,5 μ, istens ± 14 μ, das in reifem Zustande eine große, exzentrisch gelagerte Ölkugel gt. Die seltenen Antheridien sind androgynen Ursprungs.

Als Altersbildungen sind Gemmen, einzeln oder, selten, in zwei- bis wenig- edrigen Ketten vorhanden.

Der Pilz ist im Boden der überfluteten Wiese am Wollingster See bei emerhaven im Juli gefunden worden und wurde an Hanfsamen und neisenpuppen gezüchtet.

Nach drei bis vier Tagen waren die Hyphen schon bis zu 6 mm lang. Di
Sporulation begann nach zwei Tagen und erreichte ihren Höhepunkt vor
vierten bis sechsten Tag. Der Sporulationsprozeß der ersten Sporangie
dauerte bis zu zwei Stunden. Die Sporen traten durch eine Öffnung an de
Spitze des Sporangiums aus, sammelten sich in einer unvollständigen Hoh
kugel oder einem Sporenballen, enzystierten sich hier und verließen inne
halb der nächsten vierundzwanzig Stunden zum größten Teil ihre Membrar
schwärmten mit zwei seitlich inserierten Zilien, enzystierten sich erneu
und infizierten neue Substrate mittels Schläuchen.

An der Wende des dritten und vierten Tages zeigten die neu gebildete
Sporangien uneinheitliches Verhalten. Der größere Teil entließ nur di
obere Gruppe der Sporen durch die Spitzenöffnung, der Rest verblieb in
Sporangium. Die ausgetretenen fielen als unregelmäßiger Sporenballen al
Ganzes oder sukzessive in Teilen auf den Schalenboden und gaben häufi
wiederum Einzelsporen ab. Die nicht ausgetretenen Sporen verhielten sic
wie die der nächsten Gruppe von Sporangien, die sich vom vierten Tag
ab fast ausschließlich entwickelten.

Diese Sporangien, deren Plasma disharmonisch aufgeteilt war, enthielte
neben Sporen Plasmaballen verschiedener Größe. Diese größeren dürfte
mehrkernig sein, wie es in dieser Gattung bei mehreren Arten nachgewie
sen ist. Die Sporangien bildeten keine Öffnungspapille an der Spitze. Di
Sporen wurden durch Zerreißen der Sporangienwand frei. Bei der durc
ihre individuelle Schwellung entstandenen Raumenge erhielten sie meisten
rundkantige oder -eckige Form.

Interkalare Sporangien, unterhalb der terminalen entstanden, traten ver
einzelt schon am dritten Tage auf. Ihre Zahl wuchs mit zunehmenden
Alter der Kultur.

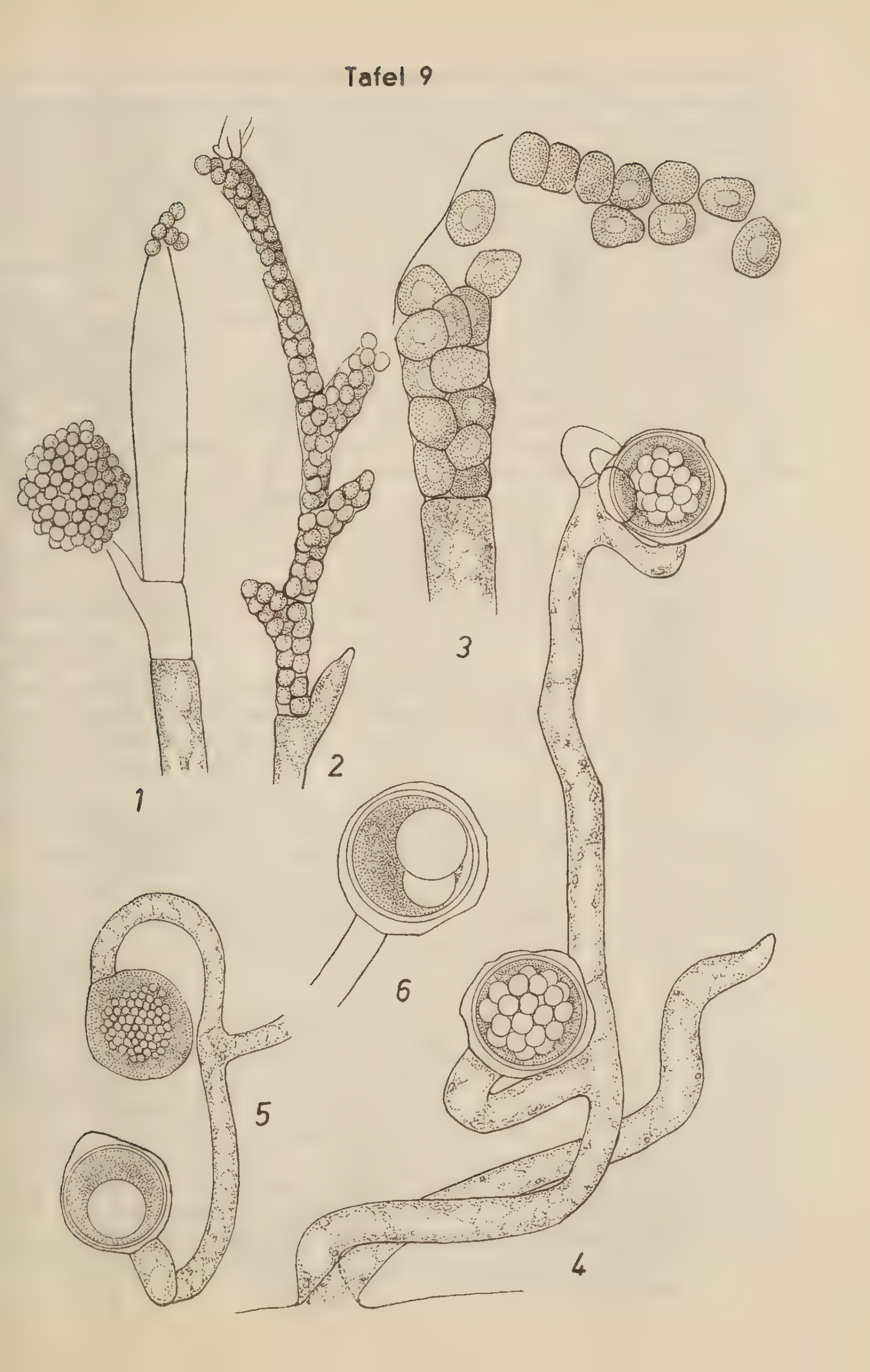
Regelmäßig am vierten Tage waren schon etliche 3 bis 6 μ dünne, de
dicken Haupt- und Nebenhyphen entsprossene Seitenästchen vorhande
und entstanden während der folgenden Tage in großer Zahl. Sie verzweig

---

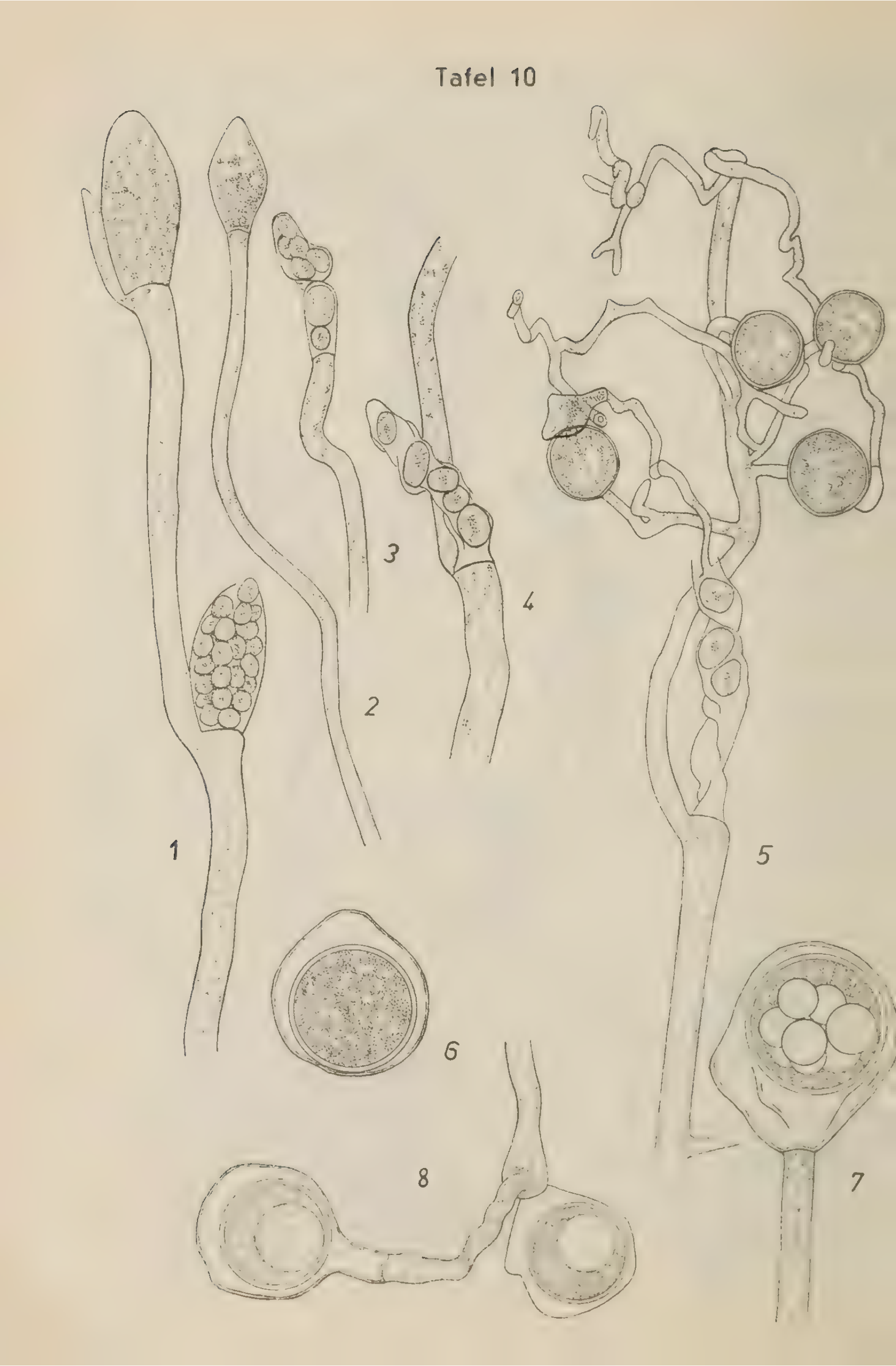
Tafel 9: *Brevilegnia parvispora nov. spec.*

Fig. 1: eins der zuerst entstehenden Achlyasporangien. 2: mehrer
der später entstehenden Sporangien in einer Reihe; ihre Spore
bleiben in der Regel aplanetisch und werden frei durch Zerfall de
Sporangienwände. 3: eins der letzten Sporangien, dessen größer
Sporen aplanetisch bleiben und eine Vakuole zeigen. 4: einer de
dünnen, oogontragenden Nebenäste mit zwei Oogonen; in ihne
die einzelnen, hier noch jungen Oosporen; das Antheridium an
oberen Oogon stößt mit der Spitze auf. 5: ein Ästchen mit eine
jungen, sich augenscheinlich parthenogenetisch entwickelnden un
einem alten Oogon; das letztere enthält eine fertig gebildet
Oospore, deren Öltropfen in seitlicher Ansicht exzentrisch lieg
6: Oogon mit einer Oospore, die noch zwei exzentrisch gelagert
Öltropfen hat. Fig. 1 und 2 ca. 165×, 3 ca. 375×, 4 bis 6 ca. 1200×

Tafel 9



Tafel 10



n sich oft und bildeten an den Enden oder, seltener, auch interkalar gelige Schwellungen, die zu Oogonen wurden. Diese Schwellungen waren attwandig oder zeigten nur niedrige Höcker oder Kanten. Wenn sich das asma zum Ei zusammenzog, faltete sich die dünne Wandung (bis zu 1,2 μ ck); im Umriß erschienen dann stumpfe Ecken.

Etwa die Hälfte der Oogone war mit Antheridien beschickt, die immer drogynen Ursprungs waren und gewöhnlich nahe dem Oogonansatz ent-rossen. Antheridiale Befruchtungsschläuche, die bis an die Oospore ichten, sind mehrfach gesehen worden.

Das stets in Einzahl gebildete Ei war kugelig, maß 12 bis 15,5 μ, meistens 13 μ im Durchmesser und enthielt eine sub- oder exzentrisch im Plasma lagerte Ölkugel. Nur sehr selten sind Strukturen mit einer seitlichen, ßerhalb des Plasmas liegenden Ölkugel beobachtet worden.

Wenn das Mycel nach zehn bis zwölf Tagen zu stagnieren begann, unter-ieb in den einzelnen noch aufgetretenen Sporangienanlagen die Auf-ilung des Plasmas; es resultierten dann Einzelgemmen oder auch, selten, rei bis wenig gliedrige Gemmenketten.

Zur Systematik. Diese *Brevilegnia*art steht der *Br. bispora* COUCH he. Die primären Sporangien beider Arten entleeren sich *achlya*ähnlich, ährend die späteren, die Mehrzahl der Sporangien, den *Thraustotheca*-pus zeigen, der in der Gattung *Brevilegnia* sonst allgemein vor-nden ist.

Das wesentliche Unterscheidungsmerkmal ist in den Oosporenmaßen ge-ben. Die Maße für *Brevilegnia bispora* sind 14 bis 21, im Durchschnitt 19 μ, und die für *Br. parvispora* sind 12 bis 15,5, meistens ± 14 μ. Darauf mmt der Name Bezug.

Brevilegnia subclavata COUCH, 1927.

Journ. El. Mitchell Sci. Soc. 42: 229—233. pls. 39—41, 42 figs. 1—7.

Dieser Pilz wurde aus Bodenproben gewonnen, die im Juli dem Nordost-er des Schöhsees etwa 30 cm über dem Wasserspiegel und im Mai der uchten Wiese des Bürgerparks in Bremen entnommen waren.

---

afel 10: *Brevilegnia subclavata* COUCH.

Fig. 1: eine Hyphe mit zwei Sporangien; das untere ist geöffnet, und das obere zeigt den Beginn der Plasmaballung. 2: ein junges Sporangium. 3 und 4: Sporangien mit heteromorphen Sporen; die größeren Sporen zeigen oft Vakuolen; die Membran ist sehr dünn wie auch in Fig. 5. 6: eine Oospore während der Ölsekretion. 7: eine Oospore mit vielen kleinen Öltropfen, die sich bald zu einem großen Tropfen vereinigen. 8: zwei reife Oosporen mit exzentrisch gelagerter Ölkugel. Fig. 1 bis 4 ca. 233×, 5 ca. 375×, 6 bis 8 ca. 1000×.

An Ameisenpuppen betrug die Hyphenlänge ± 5 mm (bis 7 mm), Hanfsamen war sie gewöhnlich etwas mehr. Die unterschiedliche Bas breite maß in Ausnahmefällen bis zu 60 μ. — Die Einzelhyphen hatt habituell die konische Achlyaform, doch war das wachsende Ende nic spitz ausgezogen, sondern blieb abgerundet.

Während der ersten zwei Tage nach der Infektion blieb der Wuchs spä lich und klein. Erst am dritten Tage war ein lockerer Hyphenkranz v 1,5 mm Radius vorhanden. Am nächsten Tage betrug die Hyphenlän 3 mm und am fünften oder sechsten Tage ± 5 mm. Späteres Wachstum b traf nur kleine Sektoren des Rasens oder Einzelpflänzchen.

Die Sporangienbildung begann schon am zweiten Tage. Bei der Hyphe länge von 3 mm war wohl allgemein das erste Sporangium geborsten u übergipfelt. Das Optimum der Sporulation fiel auf den fünften oder sec sten Tag.

Die Sporangien blieben relativ kurz, die meisten waren weniger a 120 μ lang. Die Breite war meistens 1/3 oder 1/2 der Länge. Die Hyphe enden schwollen nahe der Spitze leicht an, eine Trennungswand bilde sich, und in den kurzen keuligen oder spindelförmigen Sporangien enz stierten sich die gebildeten Sporen. Sie lagen an der Sporangienwand dic aneinander, schwollen, erhielten dabei die unregelmäßige, polyedrisc Form und den rundeckigen Umriß und bildeten oft eine zentrale Vakuo Die Sporangiumwand barst an irgendeiner Stelle, schrumpfte zusamme faltete sich und blätterte im Laufe einiger Tage ab, den basalen Teil zurücklassend. Die der Öffnung nahe Spore wurde hinausgedrängt, ande folgten; der Rest fiel heraus bei dem Abblättern der Membran oder bli auch zum Teil lange Zeit, gefangen in den Resten der Sporangienwand, a Ort. Die Achsen der kleineren Sporen maßen 10 bis 12 μ, die der größer etwa 10 bis 15×18 und mehr μ. Schwärmende Zoosporen sind nicht b obachtet worden. Mit zunehmendem Alter traten interkalare Sporangien a

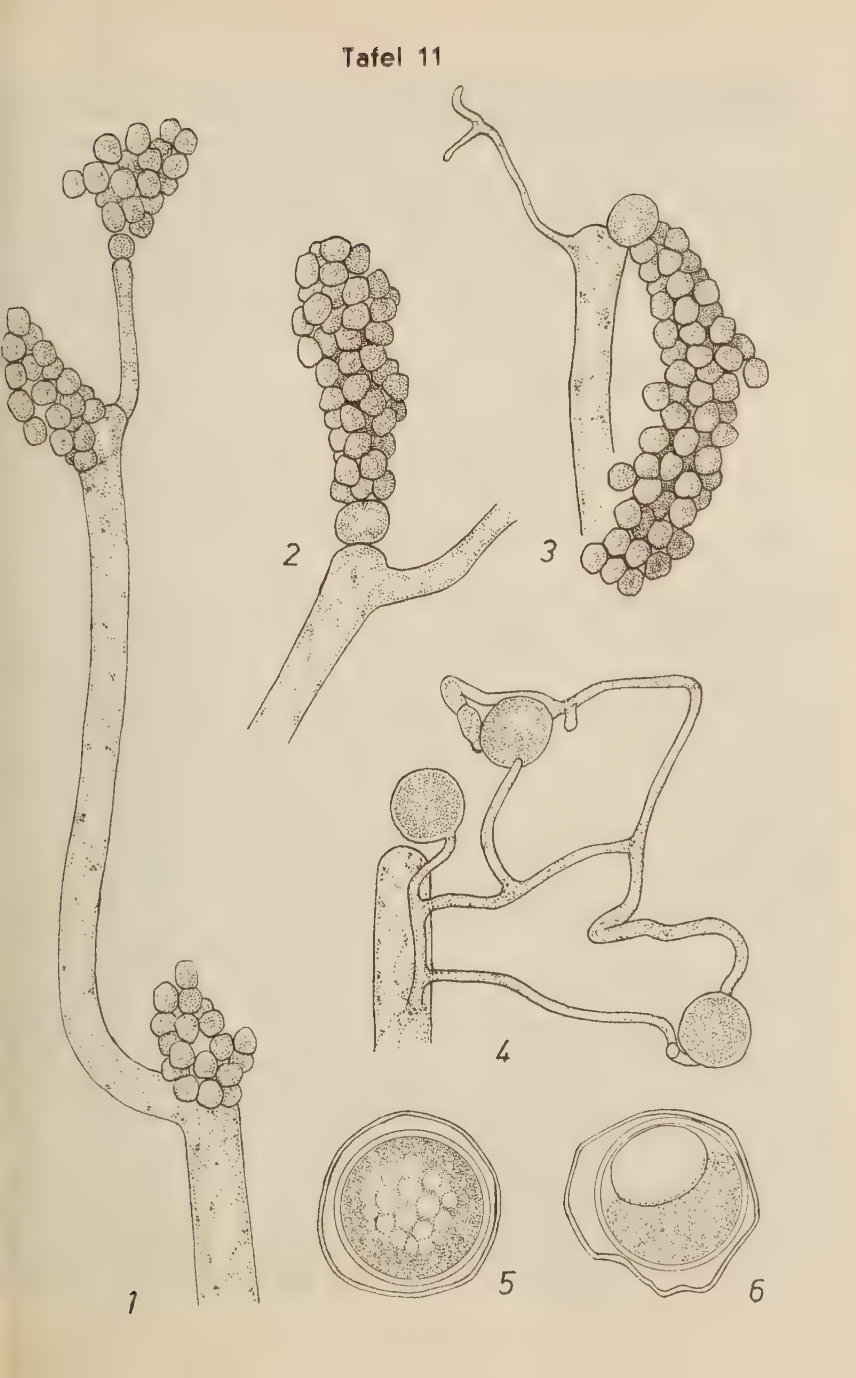
Am vierten Tage wurden an einigen wenigen Kümmerhyphen, die kei oder nur ein bis zwei Sporangien gebildet hatten, die feinen, 4 bis 8 dünnen, verzweigten Seitenästchen gesehen, an denen sich die Oogone bilden begannen. Am sechsten Tage, als der vegetative Wuchs eingeste wurde und die Sporangienbildung kulminierte, zeigten etwa ein Viert der Haupt- und gleichstarken Nebenhyphen diese Seitenästchen, en ständig die ± kugeligen Schwellungen tragend. Die Regel war die folgen Erscheinung: Hatte an einer Hyphe die Seitenastbildung begonnen, bild ten sich in auf- oder weniger in absteigender Richtung andere Ästchen od

---

Tafel 11: *Brevilegnia unisperma* Coker et Braxton.

Fig. 1: Habitus. 2 und 3: Sporangien mit heteromorphen Spore Sporangienwände nicht mehr sichtbar. 4. gametangientragen Ästchen, dabei ein Antheridium. 5: Oospore während der C sekretion. 6: Oogon mit reifer Oospore, die eine exzentrisch g lagerte Ölkugel hat. Fig. 1 bis 4 ca. 375×, 5 und 6 ca. 1000×.

Tafel 11



stchenbüschel, damit ging die schrittweise Einstellung der Sporangien-ldung parallel. Am zehnten Tage waren bis auf einzelne alle Pflänzchen der Hyphen am gleichen Prozeß beteiligt und erschöpften sich darin oder ldeten noch einzelne Gemmen.

Die ± kugeligen Oogone maßen 21 bis 32 μ im Durchmesser oder in der ngeren Achse. Sie bildeten stets nur ein kugeliges, exzentrisch gebautes i, dessen Durchmesser zwischen 16 bis 22, im Durchschnitt bei ± 19 μ lag. lonokline Antheridien wurden an etwa 60 Prozent der Oogone gefunden. e entsprangen dem Oogonstiel oder dem gleichen Ästchenbüschel oder ich der gleichen Traghyphe.

Berichteter Fund:

ouch (1927): Einmal, Bodenprobe aus Laubwald, Long Island, April.

Brevilegnia unisperma Coker et Braxton, 1927.
Journ. El. Mitch. Sci. Soc. 42: 112—113, 220.

yn. *Thraustotheca unisperma* Coker et Braxton, 1926
Journ. El Mitch. 42: 140—141; Tafeln 11 (Fig. 1—7) und (Fig. 1—6).

Der Pilz wurde aus Bodenproben gewonnen, die im Juli, einige Zen-meter unterhalb der Wasserlinie, dem Nordostufer des Schöhsees und im pril dem Ufer der Ihle, einem kleinen Wasserlauf bei Bremen, entnom-en worden waren.

An Ameisenpuppen betrug die Hyphenlänge ± 5 mm, an Hanfsamen bis wa 8 mm. An den erstgenannten Ködern betrug die Breite an der Basis s zu 30 μ, an den letzteren bis zu 40 μ.

Schon am Ende des zweiten Tages hatte sich an den jungen, schlanken, s zu 2 mm langen, mit abgerundeter Spitze wachsenden Hyphen, die an meisenpuppen zunächst einen lockeren Bestand bildeten, das erste orangium gebildet; dieses war in etlichen Fällen schon geöffnet und ergipfelt. Am Ende des dritten Tages betrug die Hyphenlänge das oppelte, ± 4 mm, und damit war die Periode des vegetativen Wuchses im esentlichen abgeschlossen.

Am gleichen Tage bildete eine große Zahl der Hyphen das dritte orangium, und der darauffolgende Tag war der Höhepunkt der Sporan-ienbildung; das fünfte Sporangium war dann an vielen Hyphen schon ge-fnet. Die Übergipfelungsstrecken wurden wesentlich kürzer, so daß fort-Sporangienbüschel entstanden. Einige interkalare Sporangien wurden rst mit eintretender Erschöpfung des Wuchses beobachtet.

Die Form der Sporangien war zylindrisch oder leicht keulig; die obere älfte war gegenüber der Basis breiter. Die gemessene Maximallänge be-ug 190 μ, die Breite war größer als die der tragenden Hyphe. Regel-äßig enthielten die Sporangien zwei und mehr Reihen von Sporen. Die orangiumwand war dünn oder ephemer und gewöhnlich nach wenigen agen bis auf das Basalstück und kürzere Teilstücke nicht mehr sichtbar.

Durch den Zerfall der Sporangienwand wurden die Sporen frei; sie ware kugelig oder hatten einen ovalen oder rundeckigen Umriß. Viele, besor ders die der ersten Sporangien, maßen im Durchmesser 9 bis 11 (bis 12,5) μ hatten sie eine Vakuole, betrugen die Achsen 11 bis 14 μ. Es traten abe besonders in späteren Sporangien auch solche mit einem Durchmesser vo 19 μ auf; diese hatten dann eine relativ große Vakuole. Oft lagen solch großen Sporen an der Sporangienbasis. Die kleineren Sporen wurde häufig beim Verlassen ihrer Zyste und schwärmend gesehen, die größere nicht. Die Zoosporen waren monomorph und hatten die zwei Zilien sei lich inseriert.

Schon am Ende des dritten Tages entsprossen einigen Haupt- oder Neben hyphen die 4 bis 6 μ dünnen, vielfach verästelten Seitenhyphen, an dene sich an den kleinen Ästchen endständig die Oogonschwellungen bildeten Am Tage darauf waren in den Kulturen schon mehr als hundert diese werdenden Oogone zu zählen. Vom fünften Tage ab beherrschte di sexuelle Phase das Bild. — Die Durchmesser der Oogone maßen 17 bis 29 μ

Die Hyphen, die zur Bildung der Gametangien übergegangen waren stellten ihr Wachstum im wesentlichen ein, und auch die Sporangien bildung klang ab.

Die Gametangienbildung betraf zunächst nur einzelne Pflänzchen. Da nach erschienen im Bild des Rasens klar begrenzte Sektoren gleicher Ent wicklungsstufe. Auch dann, wenn sich der größte Teil des Wuchses i der Gametangienbildung erschöpfte, waren immer noch einige Sektore vorhanden, bei denen, verspätet, die gleiche Perioditát ablief.

Waren die Oogone durch eine Zwischenwand von den Tragästchen ge trennt, kontrahierte sich das Plasma stets zu e i n e m Ei. Während vo diesem Prozeß die Oogonwände meistens ± glatt waren, falteten sie sic danach; es entstanden dann runde Höcker und unregelmäßige Umrißlinien Die Wände verschiedener Oogone waren häufig verschiedener Dicke.

Die Eier waren kugelig, glattwandig und maßen im Durchmesser 14 bi 20, meistens 16 bis 19 μ. Im reifen Zustande zeigten sie eine exzentrisch Struktur; eine große Ölkugel ruhte im konkavgehöhlten Plasmaleib.

An etwa zwanzig bis vierzig Prozent der Oogone konnten androgyn Antheridien festgestellt werden. Sie entsprangen entweder nahe den Oogonansatz, dem Tragfaden oder kamen von einem benachbarten Ästche des gleichen Ästchenbüschels.

Gemmen, durch Zwischenwände abgetrennte Hyphenteile, in denen de Sporulationsprozeß nicht oder noch nicht eingetreten war, wurden in älte ren Kulturen in wechselnder Anzahl gefunden.

Berichtete Funde:

Coker (1926): Achtmal aus Bodenproben, Wiese und Garten, North Carolin (1927) März.

Andere Funde: Etwa zehnmal in Bodenproben in North Carolina, USA.

Raper (1928): Zweimal aus Bodenproben von Alfalfafeld, USA, Februar.

Brevilegnia unisperma var. litoralis, COKER et BRAXTON. Journ. El. Mitchell Sci. Soc. 42: 213, 221.

yn. *Thraustotheca unisperma var. litoralis,* COKER et BRAXTON.

Ein Mycel, dessen Radius bis 5 mm betrug, dem vorigen in allen wesent-chen Teilen ähnlich, bezeichne ich so, damit Coker folgend, weil die Zahl er Antheridien außerordentlich gering war. Von 62 klar sichtbaren ogonen waren zwei von je einem androgynen Antheridium beschickt.

Die Bodenprobe, die diesen Pilz barg, war am Rande eines Gartenweges ei Bremen im September genommen.

Berichteter Fund:
OKER (1926): Einmal, Wasser, South Carolina, April.

Brevilegnia diclina HARVEY.
Journ. El. Mitchell Sci. Soc. 42: 243—246; pls. 44, 45. 1927.

Weitere Literatur zur Systematik und Zytologie:

1927 COUCH, J. N. Journ. El. Mitch. Sci. Soc. 42: 237.

1929 COOPER, G. D. Trans. Wisc. Acad. Sci. Arts, and Letters 24: 309—322, pls. 3—5.

1934 FORBES, E. J. Trans. Brit. Myc. Soc. 19: 233; pl. 9, figs. 5, a—e.

Drei verschiedene Mycelien wurden aus Bodenproben isoliert, die der iagnose dieser Art entsprachen. Ihre unter gleichen Kulturbedingungen onstant bleibenden Unterschiede sind der allgemeinen Diagnose nach-estellt.

Alle Mycelien wachsen an Ameisenpuppen gut. — Die Breite an der Hyphen-asis beträgt etwa 20—28 (selten bis zu 40) μ, in der Mitte meistens 11—19 μ. Die Länge der Sporangien bleibt gewöhnlich unter 100 μ, einzelne nur sind län-er, bis zu 137 μ. Ihre Form ist vielgestaltig; sie ist fast zylindrisch, in der Mitte der in der oberen Hälfte geschwollen, elliptisch oder oval im Umriß. Die Breite eträgt bei den langen etwa 1/4 bis 1/3, bei den kürzeren auch ½ der Sporangien-nge. — Die Sporen enzystieren sich im Sporangium und werden durch Zerfall er ephemeren Sporangienmembran frei. Manche Sporen der ersten Sporangien hwärmen. Diese haben ihre zwei Zilien seitlich inseriert, sind *thraustotheca*ähn-ch und haben im Ruhestand einen Durchmesser von 10—12 μ. Die aplanetisch leibenden Sporen messen 13—15 μ und haben gewöhnlich zwei wenig verschie-ene Achsen. Neben diesen treten in geringer Anzahl auch schon in den frühen porangien, in den späteren ausschließlich, Plasmaballen auf, die bis zum 2- bis ½fachen in den Achsen messen, z. B. 18×39,2 μ. Sie zeigen auch wohl ein oder wei kleine Vakuolen, die sowohl zentrisch als auch subzentrisch gelagert sind.

An 5—8 μ dünnen, gewellten oder geeckten Seitenästchen entstehen einzeln die ogone, deren Durchmesser oder Achsen gewöhnlich zwischen 19 und 29 μ liegen. ie sind anfänglich rund und später, mit fertiger Oospore, auch unregelmäßig im mriß. Sie enthalten stets ein Ei, dessen Durchmesser 16—21 μ, oft ± 19 μ beträgt nd das Oogon fast oder auch nicht ausfüllt. Die zunächst zahlreichen kleinen ltröpfchen verschmelzen später zu einer großen Kugel, die dann exzentrisch agert.

Antheridientragende Ästchen entspringen an Nebenzweigen der gleichen Haupt-yphe oder sind meistens diklinen Ursprungs, d. h. kommen von fremden Hyphen, ie aber auch Oogone bilden.

Die Unterschiede der gefundenen drei Rassen:

Rasse α: Das Mycel wächst an Ameisenpuppen üppiger als an Hanfsame
Es ist ausgezeichnet durch starke sexuelle Neigung, etwa zw
Drittel oder mehr der Oogone haben Antheridien, von denen d
Mehrzahl diklinen Ursprungs ist.

Isoliert aus einer Bodenprobe vom Nordostufer des Schöhsee
schwarze Erde, 2,5 m von der Wasserlinie und etwa 15 cm üb
dem Wasserspiegel.

Rasse β: Die Mycelbildung an Ameisenpuppen ist gut oder üppig. Di
sexuelle Neigung ist gering, etwa ein Siebentel der Oogone h
Antheridien, dikline und androgyne zu fast gleichen Teile
Wachstumsschnelligkeit und Radius des Rasens ähnlich der vor
gen Rasse α.

Isoliert aus einer Bodenprobe vom Südwestufer des Schöhsee
sandiger Boden, 30 cm über dem Wasserspiegel.

Rasse γ: Mycelbildung an Ameisenpuppen und Hanf gut oder üppig. G
ringe sexuelle Neigung, wie bei der Rasse β. Etwa ein Siebent
der Oogone hat Antheridien, dikline und androgyne zu gleiche
Teilen. Unter gleichen Umweltbedingungen zeigt die Rasse in fa
gleicher Zeit doppelt so schnelles Wachstum wie die beide
vorigen.

Isoliert aus einer Bodenprobe vom Fuße des Steinbergs b
Plön in Holstein.

Der folgende Auszug aus dem Laborjournal ist im zweiten Abschnit
Beobachtungen in Reinkulturen, besprochen worden.

Rasse β	Rasse γ

1. Tag

Gelockerter Kranz heller Hyphenspitzen, < als 1 mm. Die Enden sind rund un
haben eine hyaline Kappe. An einzelnen längeren, > 1 mm, Hyphen sind d
ersten Sporangien durch Querwände abgetrennt.

2. Tag

Rasse β	Rasse γ
Hyphenlänge > 1 mm.	Hyphen 2 mm lang.

Die meisten Hyphen sind bei der Sporangienbildung; das erste Sporangium wir
gebildet, ist z. T. auch schon geöffnet und wird übergipfelt. Die Sporangiumanl
gen sind zunächst in der Mitte und dann in der oberen Hälfte geschwolle
Mehrere Sporenreihen im Sporangium.

Tafel 12: *Brevilegnia diclina* HARVEY Rasse.

Fig. 1: Habitus; die Wände der Sporangien sind aufgelöst; di
Sporenballen fallen auseinander. 2: Nebenzweige mit Oogone
von denen zwei von Antheridien erreicht sind; Befruchtung
schlauch des einen Antheridiums. 3: die fast fertig gebildet
Oospore. Fig. 1 und 2 ca. 375×, 3 ca. 1000×.

Tafel 12



3. Tag

yphenlänge bis 2 mm.
leistens das erste, weniger das zweite porangium ist übergipfelt. Hetero-orphe Sporen, rund oder fast rund, l—14,5 μ in den Achsen, werden gebil-et; viele sind auf den Schalenboden ogesunken.

Hyphen ± 4 mm lang.
Die Sporangienzahl ist hier kleiner; Heteromorphie der Sporen weniger auffällig.

4. Tag

yphenlänge ± 3 mm.
räftiger Wuchs, meistens das dritte der vierte Sporangium gebildet und T. übergipfelt.

Hyphen ± 6 mm lang.
Üppiger Wuchs; noch nicht so zahlreiche Sporangien; etliche Hyphen sind am Grunde drei- bis zweimal so breit wie oben.

5. Tag

yphenlänge ± 4 mm.
iele Hyphen übergipfeln das 5. Spo-angium. Junge, noch kurze Hyphen hießen nach, meistens in Oberflächen-ähe.

Hyphen 7—8 mm lang.
Wohl meistens das 3. Sporangium in Bildung oder ist auch übergipfelt. Auch hier nahe der Oberfläche junge Hyphen, die z. T. das 1. Sporangium abgetrennt haben.

6. Tag

lyphenlänge 4—5 mm.
ie meisten Sporen sind abgesunken, enige treiben.

Hyphen < 9 mm.
Das 3. bis 5. Sporangium ist übergipfelt bzw. in Bildung.

7. Tag

lyphenlänge > 5 mm.
ie Übergipfelungsstrecken werden kür-er; es entstehen Sporangienbüschel. n tiefer gelegenen, einzelnen Hyphen ie ersten dünnen Nebenästchen.

Hyphen 9—10 mm lang.
Reiche Sporangienbildung; die ersten Sporangienbüschel.

8. Tag

lyphenlänge 5—6 mm.
iele Sporangienbüschel. An vielen, ünnen, verzweigten Nebenästchen ugelige Oogonschwellungen.

Hyphen > 10 mm.
Viele Sporangienbüschel. Nebenästchenbildung stark. Zahlreiche Oogonschwellungen, vom unteren Teil der Hyphe aufsteigend gebildet.

10. Tag

lyphenlänge ± 6 mm.
n einigen Sektoren des Wuchses sind ie Hyphen erschlafft; sie erschöpften ich in der Oogonbildung. In anderen ektoren, an dunklen und jetzt heller erdenden Haupthyphen Nebenästchen-ildung.

Hyphen ± 11 mm lang.
An vielen Hyphen von 5—14 Oogone gebildet. In anderen Sektoren noch starke Nebenästchenbildung.

11. Tag

is auf wenige kleine Sektoren allge-ein Oogonbildung. In älteren Eiern at die Ölsekretion begonnen. Die jun-en, später nachgewachsenen, ober-lächennahen Hyphen sind noch bei der bklingenden Sporangienbildung.

An einzelnen Hyphen noch Übergipfelungen. Die Hyphen mit starker Oogonbildung sind erschlafft. Bei den noch dunkleren, straffen, ist die Oogonbildung erst bis zur Hyphenmitte fortgeschritten.

12. Tag	
Die nachgewachsenen Hyphen bilden als letzte Oogone. — Bei einigen Eiern ist die Ölsekretion beendet.	Viele der oberflächennahen spätere Hyphen unterdrücken, wie es schein die Sexualorganbildung. — Ältere Ei zeigen mehrere kleine Ölkugeln in d Mitte, einige schon eine große, exze trisch gelagerte.
14. Tag	
Viele reife Eier.	Etwa ⅓ der durchgemusterten Eie haben die Ölsekretion beendet.
21. Tag	
Wohl alle Eier zeigen exzentrisch gelagerte große Ölkugeln. — Etwa ein Siebentel der Eier sind verdorben.	Ähnlich wie nebenan. — Die Haup hyphen sind leer, schlaff und geknick Stellenweise haben sie krümeligen I halt. Kurze Strecken mit Plasma sin durch Querwände abgetrennt; sie stag nieren.

Die Standortrasse α verhielt sich sehr ähnlich der Rasse β.

Diese Art ist von Cooper (1929) zytologisch untersucht worden. Die Kern verhältnisse im Oogon und bei der Befruchtung sind denen bei andere *Saprolegniaceen*gattungen gleich. Die von ihm gezeichneten Sporangie enthalten mehr- bis vielkernige Plasmaballen; einkernige Sporen erwähr er nicht.

Couch (1927) beobachtete schwärmende Zoosporen. Er erhielt sie i Kulturen, deren Wasser durch HCl auf das pH 4 gebracht war oder auch und zwar in großer Zahl, wenn das Kulturwasser auf folgende Weise vor behandelt war: In 1 Liter dest. Wasser vom pH 5,8 bis 6 tat er 20 g Tier kohle, filterte es und hatte nach der Autoklavenbehandlung ein pH vo 6,6 bis 6,8. — Es ist anzunehmen, daß durch diese Behandlung das Plasm im Sporangium wenigstens zum Teil in einkernige Sporen aufgeteil wurde, die dann die Fähigkeit zu schwärmen hatten. Auch die Größen angabe, 10,3 μ im Durchmesser, stützt diese Annahme; denn sie entsprich der Durchschnittsgröße der Zoosporenzysten bei den *Saprolegniaceae*, di regelmäßig Zoosporen bilden.

Brevilegnia diclina ist die am meisten gefundene Art der Gattung.

Berichtete Funde:

HARVEY (1927): Achtmal in humösem, lehmigem und sandigem Boden, trocke und feucht, Wisconsin, Juni—Juli.
(1928): Zehnmal in 200 Aufsammlungen, Humus und Sand, trocken un feucht, Juni—Juli.
(1930): Dreiundfünfzigmal in 575 Bodenproben, lehmiger und sandiger Boden oft kultiviertes Land, trocken oder feucht, in 4 Staaten der USA, Juni.

RAPER (1929): Neunmal im Alfalfafeld, Januar — April.

FORBES (1934): Einmal, Bodenprobe, Gewächshaus, August.

Brevilegnia minutandra nov. spec.

Die extramatrikalen Hyphen sind an Ameisenpuppen 6—8 mm lang und 19—7 μ eit. Die zylindrischen Sporangien sind nicht selten bis 400 μ, ausnahmsweise bis 4 mm lang und enthalten regelmäßig eine Reihe von Sporen. Es treten im basalen eile auch kurze, knotenartige Strecken auf, die zwei Reihen zeigen. Die Sporen ben die Breite der Hyphen, sind kubischer oder zylindrischer Form und haben letzterem Falle bis zu 85 μ Länge.

Die zahlreichen Oogone, an 4—8 μ dünnen Seitenästchen gebildet, enthalten ets eine Oospore. Die Oogonwände sind ungetüpfelt, zunächst glatt, später auch ltig. Der Durchmesser der glatten Oosporen beträgt 13,5—20 μ, meistens ± 15,5 μ. e sehr kleinen Antheridien sind selten, einzeln und entspringen unmittelbar ter dem Oogon.

Gemmen sind sehr selten. — Bodenpilz.

Der Pilz wurde aus einer Bodenprobe gewonnen, die im August dem ferstreifen der Insel des Schöhsees etwas oberhalb der Wasserlinie ent- ommen war.

Die schlanken, jungen Hyphen erreichten an Ameisenpuppen am Ende es dritten Tages eine Länge von 4 mm und bis zum sechsten Tage 6 bis mm. Das weitere Wachstum war schleppend und auf einzelne Hyphen der Sektoren beschränkt.

Schon nach zwei Tagen hatten die Hyphen die ersten Sporangien ge- ldet und zum Teil schon übergipfelt. Der Prozeß der Übergipfelung trat er nicht so oft auf wie bei den anderen Arten. Die Übergipfelungs- recken waren länger. Es wurden auch Hyphen gefunden, die bis zum nstellen des Wachstums nur ein endständiges Sporangium gebildet hatten.

Die Sporangien erreichten oft Längen, die zwischen 250 bis 400 μ lagen, cht selten waren sie noch länger, bis zu 2,4 mm. Die Zahl ihrer Sporen ar darum sehr groß. In kurzen Sporangien waren sie häufig annähernd eicher Größe, die langen enthielten am Grunde und auch in zwischen- elagerten Stellen Plasmaballen bis zu 85 μ Länge. Die größeren quader- tigen von ihnen zeigten oft eine zentral gelagerte Vakuole, die längeren ylindrischen mehrere, die dann unregelmäßig verteilt waren. In den ngen zylindrischen Sporen trat auch im Laufe einiger Tage noch Auf- ilung ein. — Die Sporangiumwand war ephemer; sie knickte, zerbrach, ätterte ab und war nach einigen Tagen nur noch in Teilstrecken (vorzüg- ch der basale Teil hielt sich länger) oder nicht mehr sichtbar. Die Sporen zw. Plasmaballen trieben als wenig- oder vielgliedrige Ketten oder zu lümpchen vereinigt oder auch einzeln an der Oberfläche des Wassers oder nken auf den Schalenboden.

Die ersten wenigen Gametangien erschienen als endständige Kugel- hwellungen an den neugebildeten, dünnen, wenig oder nicht verzweig- n Seitenästen, einzeln oder zu zweit, am Ende des dritten Tages. Am nde des fünften Tages waren etwa ein Viertel der Hyphen im Rasen in e sexuelle Phase eingetreten. Der radiale Wuchs klang dann schnell ab. as Maximum der Sexualorganbildung lag zwischen dem sechsten bis eunten Tag. Die Tagesrate der gebildeten Oogone stieg von einzelnen

am Beginn bis zu 20 bis 30 an einer Haupthyphe zur Zeit der optimal Entfaltung. Die errechnete Zahl der Oogone in einer Kultur betrug e heblich mehr als 2000.

Die werdenden Oogone waren kugelig, nahezu kugelig oder oval i Umriß. Hatte sich das stets in Einzahl auftretende Ei gebildet, das d Oogon manchmal ganz, häufiger fast ganz oder selten nur zum Teil au füllte, zeigten sich in den beiden letzteren Fällen flache Ausbeulungen od auch Falten in der Oogonmembran. Unregelmäßige Umrisse sind b jungen Oogonen sehr selten gesehen worden.

Die kugeligen, glatten Oosporen hatten einen Durchmesser von 13,5 b 19,9 μ, oft einen solchen von $\pm$ 15,5 μ, und zeigten in vierzehntägiger Kult eine exzentrisch im Plasma gelagerte, große Ölkugel.

Antheridien waren selten. Die Auszählung ergab etwa 15 % der Oogo zahl. Sie entsprangen meistens einzeln, auch wohl zu zweit, unmittelb unter dem Oogon und waren auffallend klein. So kleine Antheridi außer bestimmten hypogynen, habe ich bislang wohl nur bei *Aplanops terrestris nov. spec.* gesehen.

Gemmen, durch Zwischenwände abgetrennte, kurze interkalare Hyphe teile, sind selten aufgetreten. Die Mycelien erschöpften sich vielmehr der Bildung von Sexualorganen.

Zur Systematik. Dieser Pilz ist der Gattung *Brevilegnia* einz reihen. Unter deren Arten steht er *Brevilegnia linearis* nahe. In der Brei der Hyphen, den einreihig gelagerten Sporen und den Maßen der Oogo und Oosporen sind sie einander ähnlich. Bei jener Art treten Antheridi an fast allen Oogonen auf, bei dieser an etwa einem Siebentel der G samtzahl.

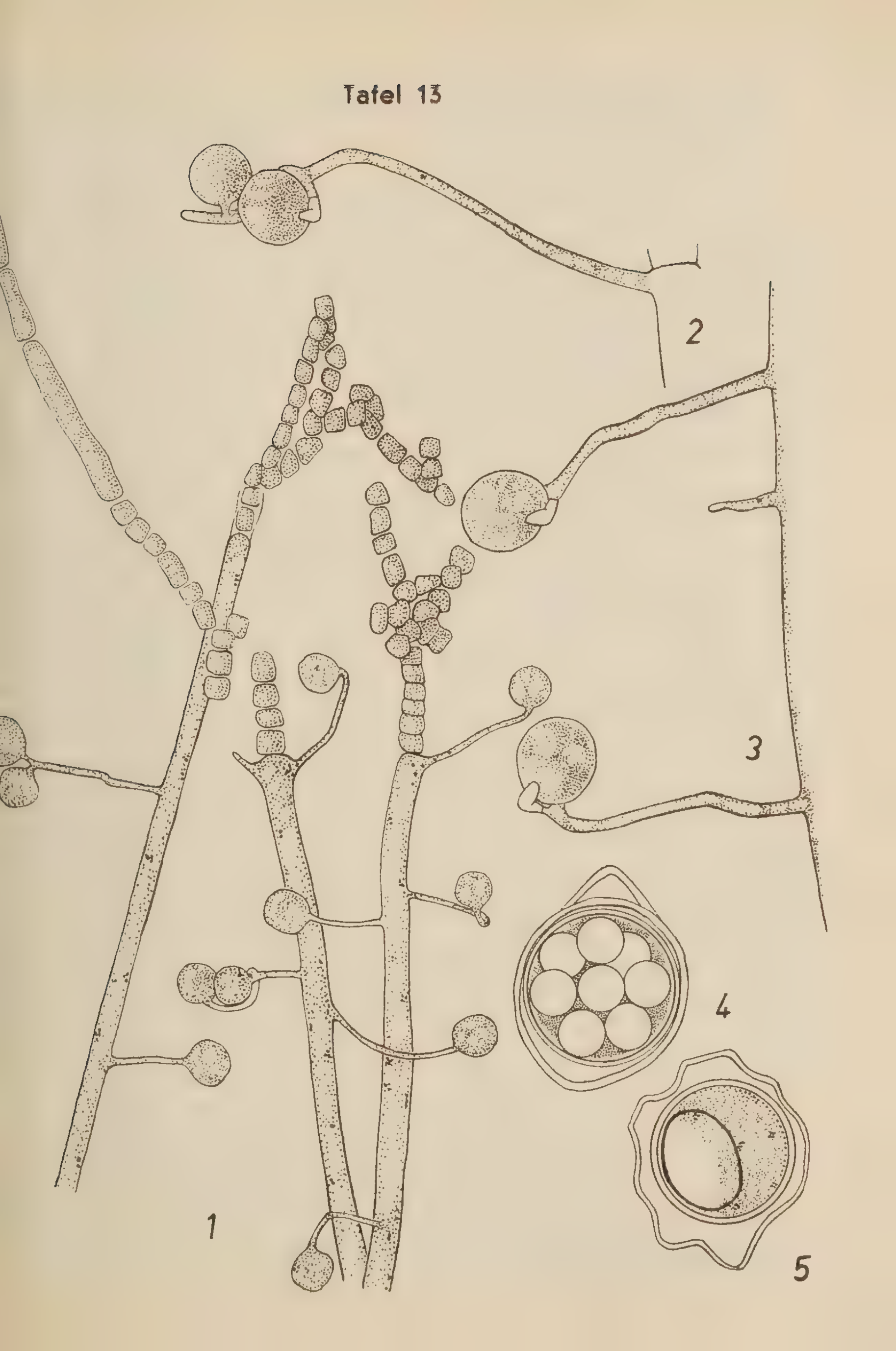
Der Artcharakter dieses Pilzes ist besonders gegeben in den eigenartige sehr kleinen Antheridien, die unmittelbar unter dem Oogon entspringe Die Unterschiedlichkeit tritt auffällig zutage, wenn man die Tafel 13 mit d Tafel 32 bei Coker (1927) vergleicht. Bei *Br. linearis* sind die Antheridi ausdrücklich als groß und „tuberous" beschrieben und gezeichnet und er springen regelmäßig in größerer Entfernung vom Oogon und sind au diklinen Ursprungs. Die eigenartigen Antheridien hier, in Verbindung m den auffallend langen und sporenreichen Sporangien, den kürzeren Oogo stielen, den Wuchs- und Sexualitätsunterschieden lassen es wünschenswe erscheinen, den oben beschriebenen Pilz als besondere Art neben die e wähnte *Br. linearis* zu stellen. (Bei *Br. linearis* sind meistens 10 bis 24 u

---

Tafel 13: *Brevilegnia minutandra nov. spec.*

Fig. 1: Habitus, vom Rande des Standes. 2 und 3: einige Oogon die die typischen, sehr kleinen Antheridien zeigen. 4: eine jun Parthenospore mit vielen Öltropfen. 5: die fertige Parthenospo mit exzentrischem Öltropfen. Fig. 1 ca. 285×, 2 und 3 ca. 520 4 und 5 ca. 1000×.

Tafel 13



s zu 60 Sporen in einem Sporangium gezählt worden. Die letztere Zahl ifft hier für die kleineren Sporangien zu, während die längeren mehrere undert Sporen enthalten.)

) Genus: *Geolegnia* COKER.

in HARVEY, Journ. El. Mitchell Sci. Soc. 41: 153—154, 1925.

Die schlanken (in der Mitte unter 20 μ breiten) Hyphen verjüngen sich pitzenwärts nur wenig. In den zunächst parallelwandigen, endständigen porangien bilden sich mehrkernige, ± kugelige, länglich- oder zylindrisch-undeckige Plasmaballen, die einreihig, gelockert oder eng gelagert sind, ch mit einer Membran umgeben, stets aplanetisch bleiben, durch Zerfall er dünnen Sporangienwand frei werden und Keimschläuche treiben. — ie zahlreich erscheinenden Oogone enthalten stets nur eine exzentrisch ge-aute Oospore. Die an einem Teil der Oogone vorhandenen Antheridien nd androgyn oder diklin. Die parthenogenetischen Eier zeigen die gleiche truktur wie die befruchteten.

Die Arten dieser Gattung sind als abgeleitet im phylogenetischen Sinne nzusprechen, sowohl in Hinsicht auf die Zahl der Oosporen als auch in ezug auf die Bildung der vegetativen Propagationsorgane. Auch die mehr-ach innerhalb der *Saprolegniaceae* gleichzeitig mit der Reduktion der osporenzahl auftretende Verminderung der Hyphenbreite liegt hier vor.

Die einreihig gelagerten Sporen sind mehrkernige Plasmaballen. Sie aben den morphologischen Wert von so vielen Zoosporen, wie Kerne vor-anden sind. Ein Veranschaulichungsbeispiel ist uns in den *Vaucheriaceae* egeben. Dort werden auch mehrkernige „Synzoosporen" gebildet, die, je-eils den ganzen Inhalt des Sporangiums umfassend, so vielen einkernigen oosporen homolog sind, wie Kerne erhalten bleiben. Jene „Synzoospore" at in der Regel so viele Geißelpaare, wie Kerne vorhanden sind, doch ommen auch aplanetisch bleibende vor. *Vaucheria hamata* bildet nur planetische „Synzoosporen"; sie ist auch Landbewohnerin geworden. Also uch in der Algengattung *Vaucheria* führt der Habitatswechsel vom Wasser ufs Land von planetischen zu aplanetischen vegetativen Sporen.

Die Gattung *Geolegnia* enthielt bis jetzt zwei Arten, die zuerst in den SA gefunden wurden. Mittlerweile ist über sie auch von Deutschland erichtet, und zwar von HÖHNK (1935) und RICHTER (1937); hier wird eine eue Art hinzugefügt. — Die 1935 als *Geolegnia spec.* bezeichnete Form ing ein und ist bislang noch nicht wieder gefunden worden.

Schlüssel zum Bestimmen der Arten:

Die typischen Sporangien enthalten gelockert perlschnurartig gelagerte Plasmaballen, die ± kugelig sind oder elliptischen, selten un-regelmäßigen Umriß haben.

2. Oosporendurchmesser 13 bis 15 μ . . . . . 1. *G. inflata*
2. Oosporendurchmesser 16 bis 19 μ . . . . . 2. *G. intermedia n. sp.*

1. Die Sporangien enthalten gewöhnlich länglich-rundeckige, zylindrische Plasmaleiber verschiedener Länge, die häufig durch Zwischenwände getrennt sind.

2. Oosporendurchmesser 20 bis 32 μ . . . . . . 3. *G. septisporangia*

1. *Geolegnia inflata* Coker et Harvey.
Journ. El. Mitchell Sci. Soc. 41: 154—155, pls. 12—15, 1925. (Dassell
Trans. Wisc. Acad. Sci. Arts a. Letters 23: 553—555, pls. 4—6, 192

Weitere Literatur:
1927, COUCH, J. N. Journ. El. Mitchell Sci. Soc. 42: 233—235, pl. 43, fi
1—14.
1937, RICHTER, W. Flora 131: 260—261, Fig. 18.

Die Mycelien dieser Art wurden aus Bodenproben gewonnen, die d Uferstreifen des Schöhsees, des Kleinen Ukleis, den Inseln des Schöhse und dem Uferstreifen des Auebaches bei Bremen entnommen waren. D Mehrzahl der Fundstellen lag bis zu 50 cm oberhalb des Wasserspiegels.

An Ameisenpuppen blieben die Rasen klein und locker, an Hanfsam war er größer und dicht. Die Hyphenlänge an ersteren maß 2 bis 3 m an letzteren bis zu 5 mm. Das intramatrikale Mycel bestand aus sich ve jüngenden kurzen Enden der sich an der Basis aufteilenden Haupthyphe.

Die Breite der extramatrikalen Haupthyphen war an der Basis und der Mitte annähernd gleich. Sie lag zwischen 15 bis 5 μ. Das Ende w stumpf und hatte eine hell-hyaline, schmale Kappe.

Die gewöhnlich kurzen Endstrecken der Hyphen und auch der sich a gabelnden Seitenzweige wurden, nachdem sie durch eine Zwischenwand a getrennt waren, zu Sporangien. In ihnen bildeten sich in angenähert gl chen Abständen Schwellungen. Waren die Plasmastränge zwischen dies durch Abfließen verschwunden, resultierten, meistens zwischen 3 bis aplanetische Plasmaballen, auch als Sporen bezeichnet, von verschieden Größe und Form. Sie waren kugelig, elliptisch, eiförmig oder auch, selte unregelmäßig im Umriß. Vielfach zeigten sie eine deutliche Vakuole. D Durchmesser der kugeligen Plasmaballen lagen zwischen 15 bis 20 μ, d Achsen der anderen zwischen 21 bis 25 × 17 bis 11 μ. Interkalare Spora gien wurden nicht beobachtet.

Die zunächst elastische Sporangienwand zerbrach und zerfiel, wenigste streckenweise. Oft trieben dann die Sporen, einzeln oder zu mehreren a einanderhaftend, zunächst an der Oberfläche des Wassers, früher od später sanken alle auf den Schalenboden ab.

Am zweiten oder dritten Tage nach den ersten Sporangien entspross an den Haupt- und Nebenhyphen jene feinen Nebenäste, 2,5 bis 5 μ dün an denen die meist kugeligen Oogone entstanden, die ungetüpfelte Wän hatten und die, ganz oder fast ganz, von dem stets einzeln gebildeten ausgefüllt waren. Die Durchmesser der Oogone lagen zwischen 13 bis 19

e der exzentrisch gebauten Oosporen betrugen bei 71 Messungen nie mehr s 16 μ, im Durchschnitt etwa 14,3 μ.

Henkelartige Antheridienfäden waren an etwa zwei Fünfteln der Oogone rhanden. Sie entsprangen den oogontragenden Fäden nahe dem Oogon-satz, berührten das Oogon meistens mit der Spitze und sandten einen fruchtungslauf zur Oospore. Dikline Antheridien wurden nicht gefunden.

Dieser Pilz ist bislang nur im Boden nachgewiesen worden, und zwar so-ohl im feuchten (Ufer, Wiese, Weide, Garten, unter Humus und Moos) s auch im trockenen (Lehm und Sand). Im Ufer der Teiche und Gräben rfte er wohl mit Regelmäßigkeit gefunden werden; in trockenem Sand nd ich ihn nicht. In den USA ist er in der östlichen Hälfte mehrfach nach-wiesen worden und von den anderen Ländern nur in Deutschland.

Berichtete Funde:

ARVEY (1925): Dreimal in trockenem, sandigem und schwarzem sandigem Boden unter Moos, November und März.

(1928): Fünfunddreißigmal in 200 Bodenproben in Wisconsin, humöser Boden, feucht und trocken, Juni—August.

(1930): Achtundzwanzigmal in 575 Bodenproben, in 4 Staaten, in lehmigem, sandigem Boden, feucht und trocken, Acker.

OKER (1926): Dreizehnmal, Gartenerde, Juni—Juli, North Carolina.

OUCH (1927): Einmal, Long Island.

APER (1929): Siebenmal, verschiedene Böden, Januar und Mai.

OHNK (1935): Einmal, Wiesenboden, Butjadingen.

CHTER (1937): Einmal, Bachufer bei Marburg, Dezember.

Geolegnia intermedia nov. spec.

An Ameisenpuppen beträgt der Radius des Rasens ± 4 mm, an Hanfsamen -7 mm. Die Hyphenbreite ist an der Basis und Mitte fast gleich. Sie mißt mei-ens 8—12 μ. Die parallelwandigen Hyphen endigen stumpf mit hyaliner Kappe. Die Sporangien, 85—180 μ (meistens zwischen 110—150 μ) lang, enthalten ein-ihig 3—7 perlschnurartig gelagerte Plasmaballen, die sogen. Sporen. Diese stets lanetisch bleibenden Sporen sind kugelig (Durchmesser ± 17 μ) oder oval im nriß (Achsen oft zwischen 17—20×13—16 μ). Sind in ihnen eine größere oder nige kleinere (bis zu 3) Vakuolen vorhanden, sind die Maße größer, etwa ± 18 μ, w. 21—26×11—19 μ. — Die Sporangienwand ist sehr dünn und zerfällt, wenig-ens teilweise, in einem Tag oder wenigen Tagen.

An 2,5—5 μ engen Seitenzweigen entstehen die Sexualorgane. Die ungetüpfel-n, meistens glatten Oogonwände sind ganz oder fast ganz von der einzigen ospore ausgefüllt. Die Oosporen haben einen Durchmesser von 16—19,5 μ; sie nd exzentrisch gebaut und zeigen eine große Ölkugel. — Etwa 1/3 der Oogone igen Antheridien. Sie sind androgynen Ursprungs und entspringen nahe dem ogonansatz.

Gemmen sind nicht beobachtet worden. — Bodenpilz.

Auszug aus dem Laborjournal:

n 3. Tag: Wenige kurze Hyphen sind sichtbar.

n 5. Tag: Hyphenlänge bis 2,5 μ; gelockerter, gleichmäßiger und gesunder Wuchs rings um das Substrat. — Ein Pflänzchen trägt schon dünne Seitenästchen, von denen zwei je eine Oogonschwellung tragen.

Am 6. Tag: Hyphen 3 mm lang. — Die oberflächennahen Pflänzchen haben, na dem einzelne Sporangien gebildet waren, Sexualorgane geformt; insgesa sind bis jetzt über 200 Oogone vorhanden.

Am 7. Tag: Hyphen bis 4 mm lang. Das radiale Wachstum zeigten die Pflänzch mittlerer oder tiefer Lage, die bislang keine Fortpflanzungsorgane gebild hatten. Die meisten von ihnen, die mitteltief gelagerten, zeigten jetzt Sp rangien. — Etwa 1/3 der vorhandenen Oogone haben meistens 1, nicht me als 2 androgyne Antheridien, die selten den Haupthyphen entspringen.

Am 8. Tag: Radiales Wachstum allgemein beendet. Viele der tieferen Pflänzch bilden Sporangien. — Sehr selten bilden Pflänzchen mit Sexualorganen no ein Restsporangium. — Reiche Oogonbildung, überschlagsweise sind me als 1400 vorhanden.

Am 9. Tag: Im Bestand sind immer noch einzelne Sektoren oder Pflänzchen oh Sexualorgane.

Am 11. Tag: Wohl alle Pflänzchen bei der Sexualorganbildung. — In etlichen d älteren Oosporen ist die Ölsekretion abgeschlossen; ein exzentrisch ge gerter großer Öltropfen ist vorhanden.

Am 15. Tag: Der Wuchs ist nahezu erschöpft; nur an der Peripherie noch eini Oogone in Bildung. — Etwa die Hälfte aller Oogone enthält reife Oo- bez Parthenosporen.

Am 22. Tag: Noch ein Pflänzchen vorhanden, das 1 Sporangium mit 3 Sporang sporen gebildet hat und jetzt in halber Hyphenlänge die ersten Oogo schwellungen bildet.

Die Besiedlung des Köders erfolgte bei dieser Art verhältnismäßig lan sam, wenn auch gleichmäßig. Die Annahme, daß das Substrat nicht zusag ist unbefriedigend: denn der Wuchs war gesund, und alle Pflänzchen zei ten eine lückenlose Entwicklung und einen harmonischen Ablauf ihr Phasen. Wohl aber sind die Feststellungen erklärend, daß die Sekund infektionen durch Zoosporen, durch Aplanosporen und Seitenhyphen se zahlarm waren und die Hyphen auch an der Basis einen engen Durchmess hatten. Darum geschah die Besiedlung des Köders langsam, und der Gesam

---

Tafel 14: *Geolegnia intermedia nov. spec.*

Fig. 1, 2 und 4: Ausschnitte aus der Peripherie der Kultur. 1: ju ges Sporangium, in dem sich das Plasma zu Ballen kontrahie 2: ein Sporangium mit fertigen Sporen, die alle Vakuolen zeige 3: die Plasmaballen, die mehreren Zoosporen homolog sind, zeig die neugebildete, eigene Membran. 4: die Plasmaballen sind Ge men ähnlich, besonders dann, wenn die Sporangienmembran v schwunden ist; am Keimschlauch der oberen Spore ist ein Oog gebildet, dessen Oospore von oben gesehen ist, so daß die exze trisch gelagerte Ölkugel zentrisch erscheint. 5: ein Seitenast r Gametangien; das untere der drei Oogone zeigt den seltenen Fa daß ein Antheridium nicht in unmittelbarer Nähe des Oogons e springt. 6: ein Oogon mit dem typischen kleinen, am Oogonans entspringenden Antheridium. 7 und 8: Oogon mit reifen Oospore die Öltropfen liegen exzentrisch. Fig. 1 bis 6 ca. 375×, 7 und ca. 1200×.

Tafel 14



stand zeigte sehr ungleichaltrige Pflänzchen. Hier bildeten die ersten e oberflächennahe Scheibe, und die späteren siedelten sukzessive dar-ıter. So fanden sich auch nach ein bis drei Wochen noch Pflänzchen, die ɔch nicht oder kaum begonnen hatten, Fortpflanzungsorgane zu bilden.

Um Vergleichsdaten über die Entwicklungsphasen zu erhalten, mußten er mehr als bei vielen anderen Arten einzelne Pflänzchen oder kleine ktoren beobachtet werden. Dabei ergab sich die Feststellung, daß die eiten für die beiden ersten Entwicklungsphasen, die des vegetativen 'uchses und der Sporulation, im Verhältnis zur Zeit, die von der Bildung r Sexualorgane ausgefüllt ist, bemerkenswert kurz sind. Diese Relation irkt sich so aus, daß auch die Menge des Plasmas hier weit mehr als z. B. i aquatischen Saprolegniaarten für die Bildung der Sexualorgane ge-aucht wird. Bei jenen erschöpft sich eine Pflanze oder eine Kultur in der ldung der vegetativen Fortpflanzungsorgane und zieht die Plasmareste ı Alter in Gemmen zusammen. Gemmenbildungen traten hier nicht auf, elmehr erschöpften sich die Kulturen dieser Art in der Bildung von exualorganen.

Diese Verschiebung des Leistungsoptimums bei dieser Art scheint im esentlichen nicht phänotypisch bedingt zu sein. Das Bild hier ist viel-ehr ein Schritt aus einer Progression, deren Endstadium in der geno-pisch bestimmten Unterdrückung der Sporulation liegt, wie sie bei *planopsis terrestris* erreicht ist. — Eine ähnliche Reihe liegt auch bei den *chlyoideae* vor, die von *Achlya* über *Achlya braunii* REINSCH, 1877, bis nach *planes braunii* DE BARY, 1888, führt.

Die Zahl der Sporangien war bei *Geolegnia intermedia* nur klein. Oft urde nur eins gebildet oder es entstanden, endständig an Seitenzweigen, e sich unmittelbar unter den Sporangien oder auch tiefer an der Hyphe ɔgabelten, noch ein zweites oder gar ein drittes.

Die einreihig liegenden Sporen weiteten bei der Plasmakontraktion die ɔorangienwand aus; frei wurden sie durch den Zerfall der letzteren. Oft ieben durch Wandreste einige Sporen miteinander verbunden. Sie infi-erten neue Substrate durch Schläuche.

Der Pilz wurde aus Bodenproben gewonnen, die dem Uferstreifen des chöhsees im Juli und August entnommen waren.

Zur Systematik. Der behandelte Pilz ist der Gattung *Geolegnia* ein-ıreihen, und zwar steht er *G. inflata* nahe. Beide Mycelien wurden ehrere Monate nebeneinander gezüchtet. Auch habituell waren sie von-nander zu unterscheiden. Die Hyphen des beschriebenen Pilzes wurden was länger und hatten im Durchschnitt die geringere Breite.

Das wesentliche Unterscheidungsmerkmal ergibt sich aber aus der Kon-anz der Oosporenmasse bei beiden Arten. Bei *G. inflata* betrug der mitt-re Durchmesser 14,3 μ, und das trifft genau mit der Originalbeschreibung, e 13 bis 15 μ angibt, überein. RICHTER führte als Häufigkeitswert 15,4. s Extreme 12 bis 17 μ an. Alle Messungen bei dem behandelten Pilz

lagen zwischen 16 bis 19,5 μ. Die entsprechenden Zahlen der dritte Geolegniaart, *G. septisporangia*, liegen zwischen 20 bis 23 μ.

Die Maße der neuen Art fügen sich auffallend zwischen die der ältere ein; darauf nimmt der Name auch Bezug.

3. *Geolegnia septisporangia* COKER et HARVEY.

Journ. El. Mitchell Sci. Soc. 41: 155—157, pls. 14, 18; 1925. Dasselb in Trans. Wisc. Acad. Sci. Arts a. Letters 23: 555—558, pl. 7; 1928.

Weitere Literatur:

COUCH, J. N. Journ. El. Mitch. Sci. Soc. 42: 235—234, pl. 42, figs. 8—23; 1927.

Mycelien, die der Diagnose dieser Art entsprachen, fand ich wiederho in der Umgegend Bremens und zweimal im Uferstreifen und auf eine Insel des Schöhsees, und je einmal im Uferstreifen des Kleinen Uklei un an der Grodenkante nördlich von Bremerhaven.

Sie waren in den Mischrasen enthalten, die an Ködern erschienen, di den aufgeschwemmten Erdproben zugefügt waren. Sie wurden nicht rei gezüchtet; die Angaben sind nach Zupfpräparaten gemacht. Die Hypher breite in der Mitte war 13,5 bis 19 μ. Die Sporangien enthielten einen bi neun, gewöhnlich zwei bis fünf, selten fast kubische, meistens zylindrisch rundeckige, parallelwandige oder auch in der Mitte leicht verdickt Plasmaballen (Sporen), die auch eine eigene Membran zeigten. In Einze fällen waren sie außerdem noch durch eine Zwischenwand getrennt. Di Breite der Sporen ist die der Hyphe oder einige μ dicker, ihre Läng schwankt, sie betrug vom Eineinviertelfachen bis Vierfachen der Breit Auch die sich abgabelnden Seitenzweige trugen endständige Sporangie interkalare wurden in Bildung beobachtet. Die Keimung erfolgte durc Schläuche.

Die kugeligen Oogone maßen 21 bis 27 μ im Durchmesser. Ihre Wänd waren glatt, tüpfellos und fast ganz vom einzigen Ei ausgefüllt. Di Oosporen waren exzentrischer Struktur und maßen 19 bis 25 μ im Durch messer.

Die Antheridien waren androgynen Ursprungs; sie entsprangen in de Nähe des Oogonansatzes und trafen, henkelartig gekrümmt, mit de Spitze auf das Oogon.

Berichtete Funde:

HARVEY (1925): Dreimal, in trockenem, sandigem Lehm und dunklem Bode unter Moos, März.
(1928): Zwölfmal in 200 Bodenproben, Wisconsin, in trockenem und feuc tem Boden, Blumenbeeten, Juni—Juli.
(1930): 31×, in 4 Staaten der USA.
COUCH (1927): Mehrere Mal in Bodenproben von Long Island.
COUCH (1927): Mehrere Male in Bodenproben von Long Island.
(1926): Einmal in rotem Tonboden, Februar.
RAPER ((1929): Sechsmal in Bodenproben, Januar, Februar, Mai, November.
HÖHNK (1935): Mehrere Male in feuchten Wiesen und auf feuchten Äckern, b Bremen, Juni.

Genus: *Aplanopsis nov. gen.*

Einer kurzen verbreiterten, extramatrikalen Basis entspringt die während des egetativen Wachstums wenig verzweigte 9—15 μ breite parallelwandige Haupt-yphe. — Sporangien sind unbekannt — Endständig an den während der sexu-len Phase entstehenden, 5—8 μ engen, vielfach verzweigten Nebenästchen sitzen e Oogone, die eine Oo- oder Parthenospore zentrischer oder leicht subzentri-her Struktur enthalten. — Bodenpilze.

Aplanopsis terrestris nov. spec.

Die Breite der Haupthyphen beträgt 9—15 μ; sie wachsen mit abgerundeter, yaliner Spitze. Die seltenen Nebenzweige jugendlicher Pflänzchen haben gleiche reite. Reiche Verästelung, gewöhnlich in etwa halber Hyphenlänge beginnend nd spitzenwärts fortschreitend, setzt bei anklingender Sexualphase ein; die stchen sind 5—8 μ breit. Endständig sitzen an ihnen die Oogone als kugelige chwellungen oder sie haben ovalen Umriß mit einigen oder mehreren Höckern der fingerartigen Auswüchsen. In jedem Oogon ist eine Oo- bezw. Parthenospore orhanden, deren Durchmesser 15—22 μ beträgt, zentrisch oder subzentrisch ebaut ist und die mit Schläuchen gelegentlich nach kurzer Ruhezeit auskeimt. — porangien werden nicht gebildet. Gemmenhafte Bildungen sind selten. — odenpilz.

Der Pilz wurde aus Bodenproben gewonnen, die dem Uferweg am Schöh-ee und der Deichkrone beim Wremer Siel (nördlich von Bremerhaven) ntnommen waren, und wurde an Ameisenpuppen, Hanfsamen und Reis-örnern kultiviert.

In den ersten drei bis vier Tagen sind allein die schlanken, 9 bis 15 μ reiten, mit grobkörnigem Inhalt versehenen Haupthyphen mit sehr kurzer, elativ breiter Basis vorhanden, von denen sich einige Seitenzweige von leicher Breite abgabeln. Sie wachsen oft dem Boden aufliegend, gerade orwärts, sind auch gewellt oder gelockt oder wachsen auch wohl wieder den Köder hinein.

Im Bilde eines etwa zwölftägigen Mycels fallen diese primären plasma-eichen Haupt- und Nebenhyphen immer noch durch ihre dunkle Färbung uf. Sie wachsen, bis die Nahrungsquelle versiegt. Ihr Plasma erschöpft ch bei der Bildung der Sexualorgane. Dann werden sie hell-hyalin, schlaff, aften oft am Schalenboden, knicken und zerbrechen. — Ihnen entsprießen, twa am vierten Tage beginnend, die 5 bis 8 μ dünnen, viel verästelten ogontragenden Nebenästchen. Die plasmaleeren Ästchenbüschel knicken, rechen ab und treiben dann, zusammen mit den aufsitzenden einzelnen der zu Gruppen vereinigten Oogonen im Wasser.

Die ersten Oogone sind gewöhnlich flachkugelig. Die späteren, und sie nd die Mehrzahl, haben stumpfe Höcker oder fingerartige Auswüchse. Ianchmal sind sie auch bis zur Kontraktion des Plasmas zum Ei glatt und eigen erst danach wenige bis viele Falten und Ecken. Dünne Oogon-embranen blättern oft ab; die Oosporen fallen dann heraus und sinken uf den Schalenboden.

Die kugeligen zentrischen oder subzentrischen Oosporen messen 15 bis 2 μ, meistens 16 bis 19 μ im Durchmesser. Nicht selten sind sie auch von

elliptischem oder ovalem Umriß; in Ausnahmefällen zeigen auch sie stumpfe Wölbungen. Eine Kugelschale heller Tröpfchen umgibt die innen gelagerte Plasmakugel; in der Aufsicht sind ein oder auch zwei Tröpfchenreihen zu erkennen.

Die Antheridien sind sehr selten. Sie entspringen nahe dem Oogonansatz, sind klein, ähnlich wie bei *Brevilegnia minutandra,* und unverzweigt.

Gemmen besonderer Form sind nicht vorhanden. Manchmal trennen Querwände sehr verschieden lange Hyphenstrecken. Sie sind mit Plasma dicht gefüllt und überleben die plasmaarmen benachbarten Teile um einige Zeit. Verschiedenen Kulturbedingungen ausgesetzt, zeigten sie nur Keimung mit Schläuchen.

Auszug aus dem Laborjournal:

Aplanopsis terrestris ist hier *Brevilegnia subclavata* gegenübergestellt. Der Auszug ist hier von jenen Kulturen genommen, die gleichzeitig mit den vorher mitgeteilten liefen, um sie mit ihnen vergleichen zu können. Vierundzwanzig Stunden lang waren die frischen Köder alten stagnierenden Kulturen beigefügt. Die erste Aufzeichnung ist nach weiteren vierundzwanzig Stunden gemacht.

Br. subclavata		*Apl. terrestris*
	1. Tag	
Von den wenigen kleinen Pflänzchen hat eins das erste Sporangium abgetrennt und ein anderes das erste Sporangium geöffnet.		Wenige, 1 mm lange Hyphen.
	2. Tag	
Lockerer Kranz von Hyphen.		Desgl. Hyphenlänge bis 2 mm.
	3 Tag	
Hyphenlänge bis 1,5 mm.		Hyphen 3—4 mm lang, nicht oder sehr wenig verzweigt.

Tafel 15: *Aplanopsis terrestris nov. gen. et spec.*

Fig. 1: eins der vielen Nebenästchen, die die Oogone tragen; die letzteren sind fast kugelig und glatt oder haben auch Auswüchse, Höcker; diese entstehen früh an der Schwellung, oft ist dann noch keine Trennungswand, die das Oogon von der Hyphe trennt, gebildet. 2 und 3: junge Oogonschwellungen mit Höckern. 4: ein Oogon mit der einzelnen, zentrisch gebauten Oospore; die Oogonwand ist geschrumpft. 5: eine Oogonmembran, die viele Höcker und Falten hat; von der Oospore ist nur der Umriß eingezeichnet. 6: eine Oospore, von der die Oogonmembran abgefallen ist. Fig. 1 bis 3 ca. 520×, 4 bis 6 ca. 1800×.


1
2
3
4
5
6

4. Tag

phenlänge bis 3 mm. Etliche Hyphen ergipfeln das erste, die meisten das eite, einige das fünfte Sporangium.

Hyphen im Durchschnitt 5 mm lang, etliche 6 mm. Einige Pflänzchen bilden in halber Länge schon die feinen Nebenästchen, die insgesamt etwa 150 oogoniale Schwellungen, z. T. mit Ausstülpungen, tragen.

5. Tag

zelhyphen enden stumpf, 6 krüppel-t gewachsene Pflänzchen haben nne Oogonschwellungen tragende tenzweige gebildet.

Hyphen 7—8 mm lang. Viele bilden die oogontragenden Seitenästchen, manche schon bis zur Hyphenspitze hinaus.

6. Tag

phen 5 mm lang; fast nur subclavate orangien. Etwa $1/4$ der Hyphen zeigen unteren Drittel beginnend bis unter s endständige Sporangium fortschreid Nebenästchen mit Oogonschwelgen.

Hyphenlänge 9—10 mm; außerordentlich zahlreiche Oogone in Bildung.

7. Tag

Durchschnittliche Hyphenlänge 11 mm, einzelne, bisher ohne Sexorganbildung bis 14 mm lang.

9. Tag

phenlänge 5—6 mm, alle Pflanzen i der Bildung der Sexualorgane.

Hyphen ± 12 mm lang, manche bis 18 mm. Im oberen Teil einer geknickten Hyphe ist eine Querwand gebildet. (Später, im Wassertropfen mit Köder auf dem Objektglas keimte das Stück mit Schläuchen, gemmenartig.)

10. Tag

achstum fast abgeschlossen. Es enthen Sporangienbüschel. Viele Oogone igen Oosporen, die das Oogon nicht llen; Ölsekretion im Gange, noch ehrere Tropfen in den Oosporen vornden.

In der Hälfte der Oosporen Ölsekretion beendet; sie zeigen die fertige zentrischsubzentrische Struktur.

11. Tag

e ersten Oosporen zeigen die exzensche große Ölkugel.

Die Ölsekretion in den meisten Oooder Parthenosporen beendet.

12. Tag

wa $1/3$ aller Oosporen exzentrische ruktur.

13. Tag

wa $2/3$ aller Oosporen fertig.

Von einigen Haupthyphen, die schon zahlreiche Oogone tragen, haben sich nahe der Basis gleich breite Seitenzweige abgegabelt, die noch keine Gametangienästchen zeigen.

20. Tag

yphen sind schlaff, der Rasen erscheint schöpft. Ölsekretion im wesentlichen endet. Einzelne wenige Eier sind verrben.

Rasen bis auf wenige, lange, wachsende Nebenhyphen erschöpft, auch diese gehen zur Bildung von Sexualorganen über. Keine verdorbenen Eier.

Jede Art zeigt ein Ineinandergleiten der Lebensphasen; die vora gehende dauert noch an, wenn die neue anklingt. Jede für sich verli harmonisch, weil sturzhafte Auslösungen oder störende Unterbrechung nicht eintraten.

Apl. terrestris ist der *Br. subclavata* vom ersten Tage an um etwa d Doppelte voraus. Bei der ersteren waren die Tagesraten 1; 1; 1,5; 1,5; 2, 2; 1,5 und 1 mm. Bei der letzteren —; —; 1; 1,5; 1; 1; 1 mm. Im En ergebnis hat *Apl. terrestris* etwa die doppelte Hyphenlänge wie *Br. su clavata.*

Wenn bei *Br. subclavata* die halbe Endlänge erreicht ist, beginnen d beiden Tage der optimalen Sporangienbildung. Bei *Apl. terrestris* ab treten zur gleichen Zeit die ersten Zeichen der sexuellen Phase auf. Bei Ereignisse beginnen am vierten Tage.

Der kontinuierlich-gleitende Ablauf der Entwicklung und die Gleichzeiti keit im Beginn der vegetativen Propagation bzw. der Oogonbildung übe rascht. Die Sporangienbildung bei *Aplanopsis* fehlt; sie ist auch in Paralle kulturen, an anderen Substraten und in verschiedenen p_H nicht eingetrete Das führt zu der Annahme, daß die zytologischen Verhältnisse in beid Mycelien ähnlich sind. In beiden tritt die für die nächste Phase notwendi vermehrte Kernteilung auf. Die entstehenden Kerne aber verwendet je der beiden Arten anders, *Br. subclavata* für die vegetative Propagation, d andere für die konservierende Aufgabe der Parthenosporenbildung. Vi leicht steht damit in Zusammenhang die viel höhere Zahl der Oogone b *Apl. terrestris* und auch die geringere Zahl der Antheridien bzw. der b fruchteten Oosporen. Dann wären die Eigentümlichkeiten bei *Aplanops* in noch gesteigertem Maße Anpassungen an das Leben im nichtsubmers Boden, als es bei *Br. subclavata* schon realisiert ist. Dann gibt *Apl. terr stris* auch ein Beispiel dafür, daß die Ausbreitung der Parthenogenese m der entschiedeneren Anpassung an terrestrische Verhältnisse zunimmt.

5. Zusammenfassung.

Aufsammlungen von Bodenproben aus den Uferstreifen verschieden Gewässer und aus Wiesen-, Garten- und Ackerböden in der Umgege Plöns (Holstein), Bremens und Bremerhavens enthielten gewöhnlich Ve treter der *Saprolegniaceae*. Von diesen wurden die Formen kultiviert u hier behandelt, die in ihren morphologischen Kriterien Anpassungen das terrestrische Habitat zeigten.

Solche Kriterien sind gegeben in den diagnostisch verwerteten Eige arten der Sporangien, der abnehmenden Individualisierung der Sporen, d fortschreitenden Unterdrückung des Planetismus der Sporangiosporen u der Reduktion der Oosporenzahl in einem Oogon bis auf die genotypis bestimmte Einzahl.

Es ist gezeigt, daß für die schrittweise Abwandlung jedes dieser Kriteri die behandelten Formen Illustrationen liefern, die sich in einer gleitend Reihe darstellen lassen. Diese gleitenden Reihen gebündelt zeigen d

ndenz der Ausbreitung dieser Pilzfamilie, und zwar vom ursprünglichen ıfenthalt im Wasser aufs Land.

Gefunden und behandelt wurden:

Calyptralegnia achlyoides Coker et Couch, 1923,
Thraustotheca clavata (de Bary) Humphrey, 1892,
Brevilegnia bispora Couch, 1927,
„ *parvispora nov. spec.*,
„ *subclavata* Couch, 1927,
„ *unisperma* Coker et Braxton, 1926,
„ „ *var. litoralis* Coker et Braxton, 1926,
„ *diclina* Harvey, 1927,
„ *minutandra nov. spec.*
Geolegnia inflata Coker et Harvey, 1925,
„ *intermedia nov. spec.*
„ *septisporangia* Coker et Harvey, 1925, und
Aplanopsis terrestris nov. gen. nov. spec.

Von diesen ist *Thraustotheca clavata* mittlerweise in Deutschland häufig funden worden. Außerdem wurden *Calyptralegnia achlyoides, Geolegnia flata* und *Geolegnia septisporangia* 1935 vom Verfasser bei Bremen genden, *Geolegnia inflata* auch von Richter (1937) bei Marburg. Über nde dieser Pilze in Europa berichteten Forbes und Ivimey-Cook von England, und zwar von *Calyptralegnia achlyoides* und *Brevilegnia diclina*. ɔer die anderen Pilze wird hier wohl erstmalig aus Deutschland und auch ıropa berichtet.

Die Reinkulturen der beschriebenen Pilze zeigten, daß der vollständige ɔlauf der Entwicklung einer Kultur bis zur Erschöpfung des Mycels länger ıuert als z. B. bei manchen der aquatischen Saprolegniaarten; daß darum ıe deutlichere Gliederung des Gesamtzyklus durch die zweite und dritte bensphase, der Sporulation und der Sexualität, auftritt. Dadurch werden r die Systematik und auch für ökologische Verhältnisse Vergleichsdaten geben, die hier u. a. zur Errichtung der neuen Gattung *Aplanopsis* und r Unterscheidung der drei verschiedenen Standortrassen von *Brevilegnia clina* geführt haben.

Anschrift des Verfassers:
Dr. W. Höhnk, Institut für Meeresforschung, Bremerhaven-G.

Literaturverzeichnis

PINIS, A., 1929. Untersuchungen etc. Acta Horti Bot. Univ. Sep. Latviensis 4
ɔKER, W. C., 1927. Other watermolds from the soil. Journ. Eli. Mitch. Sci. Soc. 42: 207—226, pls. 27—36.
ɔKER, W. C. and H. H. BRAXTON, 1926. New watermolds from the soil. Journ. El. Mitch. Sci. Soc. 42: 139—147, pls. 10—15.
ɔKER, W. C. and J. N. COUCH, 1920. A new species of *Achlya*. Journ. Eli. Mitch. Sci. Soc. 36: 100.

COKER, W. C. and J. N. COUCH, 1924. A new species of *Thraustotheca*. Jou
Eli. Mitch. Sci. Soc. 39: 112—115, pl. 8.
COKER, W. C. and J. N. COUCH, 1924. Revision of the genus *Thraustothe*
with al description of a new species. Journ. Eli. Mitch. Sci. Soc. 40: 197—2
pls. 38—40.
COKER, W. C. and O. W. HYMAN, 1912. *Thraustotheca clavata*. Mycologia
87—90, pl. 63.
COOPER, G. O., 1929. Cytological studies on the sporange development a
gametogenesis in *Brevilegnia diclina* HARVEY. Trans. Wisc. Acad. Sci. A
and Lett. 24: 309—322, 3 pls.
COUCH, J. N., 1927. Some new water fungi from the soil, with observations
spore formation. Journ. Eli. Mitch. Sci. Soc. 42: 227—242, 7 pls.
COUCH, J. N., 1931. Observations on some species of water molds connecti
Achlya and Dictyuchus. Journ. Eli. Mitch. Sci. Soc. 46: 225—230, pl. 15.
FORBES, E. J., 1935. Observations on some British water molds. (*Saprolegnia*
and Blastocladiales). Trans. Brit. Mycol. Soc. 19: 221—239, 2 pls. Abstra
Biol. Abstr. 9 (9): entry 1935.
GÄUMANN, E., 1949. Die Pilze, Basel.
HARVEY, J. V., 1925. A study of the watermolds and *Pythium* occuring in t
soils of Chapel Hill. Journ. Eli. Mitch. Sci. Soc. 41: 151.
HARVEY, J. V., 1927. *Brevilegnia diclina n. sp.* Journ. Eli. Mitch. Sci. Soc.
243—246, pls. 54—55.
HARVEY, J. V., 1928. A new species of water mold from Wisconsin. Proc. Ok
Acad. Sci. 7: 136.
HARVEY, J. V., 1928. A survey of water molds occuring in the soils of Wiscons
as studied during the summer of 1926. Trans. Wisc. Acad. Sci. 23: 551—5
pls. 4—7.
HARVEY, J. V., 1928. A survey of water molds occuring in the soils of No
Carolina, Wisconsin and Oklahoma. Proc. Okla. Acad. Sci. 7: 135.
HARVEY, J. V., 1930. A taxonomic and morphological study of some members
the *Saprolegniaceae*. Journ. Eli. Mitch. Sci. Soc. 45: 319—332, 2 pls.
HÖHNK, W., 1935. *Monoblepharidales* und *Saprolegniales* aus der Umgebung B
mens etc. Abh. Nat. Ver. Bremen, 29: 207—237.
HUMPHREY, J. E., 1892. The *Saprolegniaceae* of the United States with notes
other species. Trans. Am. Phil. Soc. 17: 63—148, pls. 14—20.
JVIMEY-COOK, W. R. and E. J. FORBES, 1933. Investigations in aquatic fun
Nature, 132: 641—642.
JVIMEY-COOK, W. R. and E. MORGAN, 1934. Some observations on t
Saprolegniaceae of the soils of Wales. Journ. Bot. 72: 345—349.
JVIMEY-COOK, W. R., 1936. Fungi of Glamorgan (Phycomycetes). Glamorg
County History 1: 641—642.
RAPER, K. B., 1928. Studies on the frequency of watermolds in the soil. Journ. E
Mitch. Sci. Soc. 44: 133.
RICHTER, W., 1937. Vorarbeiten zu einer *Saprolegniaceen*flora von Marbu
Flora 131: 227—261.
SCHRADER, E. Die Entwicklung von *Thraustotheca clavata*. Flora, N.F.
125—150.
SHANOR, L. Observations on the development and cytology of the sexual orga
of *Thraustotheca clavata* (DE BARY) HUMPH. Journ. El. Mitch. Sci. Soc.
119—135.
WESTON, W. H., 1918. The development of *Thraustotheca clavata*, a pecul
water mold. Ann. Bot. 32: 155—173.

eiträge zur Hydrographie der Wesermündung

I. Teil

Von Hans Lüneburg

Mit 3 Abbildungen und 8 Tafeln

veck der Untersuchungen

In früheren Jahrzehnten betätigten sich die Meeresforscher aller Rich-
ngen in erster Linie in den Weiten der damals noch unbekannten Ozeane,
äter intensiver auf den Fangplätzen unserer Fischereifahrzeuge, und erst
jüngerer Zeit sind zu diesen permanenten Themen die oft äußerst ver-
ckelten Probleme unserer Küstengewässer hinzugekommen. Zu den
istengewässern wollen wir hier nicht so sehr die tide- und wattfreie Ost-
e rechnen, in der, von den Flußmündungen und Haffen abgesehen, der
eerescharakter im allgemeinen bis zum Strande reicht, als vielmehr den
chen, bei Hochwasser bedeckten und bei Niedrigwasser weitgehend was-
rfreien ebenen Küstensaum der Nordsee zwischen der Rheinmündung
d der dänischen Westküste. Landwärts werden diese Küstengewässer
eistens von der Marschenkante (Grodenkante) und nur gelegentlich von
ndigem Geestrand begrenzt, seewärts aber von einem Saum langgestreck-
r Düneninseln, der streckenweise beträchtliche Lücken aufweist, wie z. B.
or den großen Flußmündungen der Ems, Weser und Elbe und an der
'estküste Schleswig-Holsteins. — In dem erwähnten Bereich treten keine
sammenhängenden Wassermassen oder -körper auf, die durch weitflächig
eichbleibende physikalisch-chemische und biologische Faktoren gekenn-
ichnet sind. Hier finden vielmehr ein unausgesetzter Austausch und eine
ündliche Durchmischung der Wässer statt, hervorgerufen durch die häufig
ark bis stürmisch wehenden Winde im Verein mit der geringen Wasser-
efe von oft nur wenigen Metern, sowie durch die intensiven Gezeiten-
röme, die durch die engen Öffnungen zwischen den Inseln und in den
eiten Strommündungen hin- und herfließen, und zwar mit einer Geschwin-
gkeit von durchschnittlich 3—4 Seemeilen pro Stunde und einem Tiden-
ıb von gleichzeitig 3—4 m (Unterschied zwischen Hoch- und Niedrig-
asserniveau). Zur Steigerung dieses Durcheinanders dringen dann noch
eträchtliche Mengen salzfreien Oberwassers aus den erwähnten Strömen
den Küstenraum ein und tragen dazu bei, daß selbst der Fachmann sich
ur nach langem Studium einigermaßen in dem Chaos dieser Misch- oder
rackwässer auskennt.

Die Schwierigkeiten und die Fülle der Probleme, im Brackwasser generell
nd in den Nordseewatten speziell, mögen aus dem oben Gesagten ohne
eiteres hervorgehen. Um so reizvoller ist es natürlich für den Hydro-
raphen und den Hydrobiologen, sich gerade diesem Grenzgebiet des Welt-

meeres zuzuwenden, zumal die Lösung solcher Fragen nicht nur von rei wissenschaftlichem Interesse ist, sondern auch von großer Bedeutung fü die Küstenfischerei, den Küstenschutz, die Landgewinnung, sowie für di Seebäder. Von ganz besonderem Interesse ist die hydrographische Arbeit i den großen Flußmündungen für die dort tätigen Strombauunternehmunge die Wasser- und Schiffahrtsämter etc. Für diese Stellen ist bei ihrer schwie rigen Arbeit zur Tiefhaltung der Fahrwässer im Mündungsbereich, be ihrem Kampf gegen die ewige Versandung und Verschlickung die Kenntn der Strömungsverhältnisse, der Ausgestaltung von Ober- und Unterströ mung, der Dichte, des Salzgehaltes und anderer chemischer Faktoren de Brackwasser, sowie des Gehaltes an Sinkstoffen von großer Bedeutung.

Die hydrographischen Verhältnisse der Wesermündung sind im Rahme der gesamten Küstenforschung von ganz besonderem Interesse, weil sie d bedeutungsvolle Schiffahrtsstraße zu den großen Unterweserhäfen au schlaggebend beeinflussen. Es kommt hinzu, daß die Wesermündung bishe weit weniger untersucht wurde als die Ems- oder gar Elbmündung. — Fü den Verfasser liegt ein besonderer Reiz in der Untersuchung der Wese mündung, weil er aus früheren Jahren gut vertraut ist mit den hydrogra phischen Verhältnissen der Elbmündung und der Geestemündung; d Geeste ist ein kleiner Nebenfluß der Unterweser bei Bremerhaven.[1])

Es sei noch bemerkt, daß die hier niedergelegten Ergebnisse aus dem Jah 1948 stammen und lediglich eine kürzere Vorarbeit darstellen, die nur eine ersten Einblick geben kann. Sie gab den Anlaß, in den folgenden Jahren und z Zeit die Untersuchungen auf breiter Basis im Mündungsraum der Weser und a den benachbarten Watten aufzunehmen. Die entsprechenden Ergebnisse werde in weiteren Teilberichten in den kommenden Jahren veröffentlicht. Bei alle vergangenen und laufenden Arbeiten werden wir in großzügiger Weise mit R und Tat vom Wasser- und Schiffahrtsamt in Bremerhaven unterstützt. Es ist m eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle Herrn Oberbaurat Dormann, de Leiter des erwähnten Amtes, sowie seinen Mitarbeitern den herzlichsten Dan für ihr stetes Verständnis und ihre Hilfe zum Ausdruck zu bringen, oh die wir nur einen kleinen Teil unserer Ergebnisse erreicht hätten. Der gleic Dank gebührt der Bremer Wasserschutzpolizei und deren Leiter, Herrn Polizeir Wendelken, der uns ebenfalls jederzeit seinen Schiffspark zur Verfügu stellte.

Die topographischen Verhältnisse in der Wesermündung

Ehe wir uns eingehend mit den Untersuchungen aus dem Jahre 1948 u deren Ergebnissen befassen, ist eine Betrachtung der Topographie und d Tiefenverhältnisse der Wesermündung unerläßlich, da sie einen weitre chenden Einfluß auf die hydrographischen Vorgänge in unserem Gebi

---

[1]) LÜNEBURG, Hans, „Hydrochemische Untersuchungen in der Elbmündung" Archiv der Deutschen Seewarte, Bd. 59, Nr. 5, Hamburg 1939. LÜNEBURG, Ha „Die Geeste als Vorfluter" in: Deutsche Geographische Blätter, Bd. 45, Heft 3 Bremen 1949. — Siehe auch Literaturhinweis am Schluß! (S. 114)

aben. — Unter der Wesermündung sei in dieser Arbeit der Bereich zwi-
hen dem ersten Auftreten von Seesalz bei Nordenham oder etwas süd-
cher und dem reinen, von Westen heranströmenden Seewasser von 30 ‰
nd mehr beim Roten-Sand verstanden. Der Leuchtturm „Roter-Sand" liegt
n allgemeinen schon im Bereich des salzigen „Westwassers". Da der
berlauf der Weser durch die Abraumsalze Mitteldeutschlands (besonders
us der russischen Zone an der Werra) bereits von sich aus einen Salz-
ehalt von etwa 0,5 bis 0,7 ‰ aufweist, läßt sich das beginnende Seesalz
rst bei etwa 0,8 ‰ einwandfrei feststellen. Dieser Punkt pendelt in Ab-
ängigkeit von Oberwasser und Tide hin und her, liegt aber im Mittel in
er Gegend von Nordenham. Zusammenfassend läßt sich nochmals fest-
ellen, daß wir unter der Wesermündung den Teil des Flußlaufes ver-
ehen wollen, der weder vom Oberwasser noch vom Seewasser erfüllt ist,
ondern nur von Brackwässern verschiedenster Konzentration, und das ent-
pricht der Strecke von etwa N o r d e n h a m bis R o t e r - S a n d (s. Über-
chtskarte am Schluß des Heftes). An den Seiten wird das Untersuchungs-
ebiet zwischen Nordenham und Bremerhaven von den Stromufern be-
renzt, unterhalb Bremerhavens dann von der Seekartennullinie, also der
nie, die im Niveau des mittleren Springniedrigwassers liegt, und die iden-
sch ist mit der Grenze der Watten. Nach See hin, in der Nähe des Roten-
andes, fällt auch diese Seitenbegrenzung fort und wird am besten durch
e 5-m-Tiefenlinie ersetzt. Die so definierte Umgrenzung des Mündungs-
umes der Weser ist natürlich nicht zu streng zu nehmen, da die Über-
änge, sowohl nach Land und nach See zu, als auch seitlich nach den Wat-
n hin, recht fließend sind und nach allen Richtungen ein Austausch
esteht.

In dem so geschilderten Raum fließt die Weser nach einer rechtwinkligen
urve bei Bremerhaven fast gradlinig nach See in Richtung Nordwest ab.
ieser gerade Verlauf des Fahrwassers von Bremerhaven bis Roter-Sand
it einer Länge von etwa 50 km hat sich erst nach den bekannten Weser-
egulierungen der vergangenen Jahrzehnte herausgebildet, und man kann
etzt geradezu von einer gleichförmigen und weitgehend gleich tiefen Rinne
der einem Kanal sprechen, der auf kürzestem Wege Bremerhaven mit See
erbindet. Die Sohle dieser Rinne liegt zwischen Bremerhaven und Leucht-
urm „Hoher-Weg" bei etwa 12—15 m unter Seekartennull (S. K. N.) und
on dort bis Roter-Sand bei etwa 18—20 m unter S. K. N. Querab der
ogelschutzinsel Mellum, mitten im Fahrwasser, liegt eine größere Senke
on über 20 m unter S. K. N. Die Breite der Rinne beträgt bei Nordenham
nd Bremerhaven und bis Hoher-Weg hinaus im Durchschnitt etwa ½ bis
öchstens 1 km, um dann hinter Hoher-Weg plötzlich auf 2—3 km anzu-
achsen. Kurz vor dem Einmünden in die offene See teilt sich der Strom-
rm nochmals durch die Einbettung des Roten-Sand-Grundes mit geringsten
iefen von 3—4 m unter S. K. N. Der westliche Arm heißt hier „Weser-
hrt", der östliche hingegen „Alte Weser". Die Weserfahrt ist, wie
ir noch sehen werden, für das Eindringen von Seewasser von großer
edeutung. Jenseits des Roten-Sandes fällt dann der Grund ganz allgemein

auf 20 m und mehr Tiefe ab. — Vor der Regulierung verlief die Außer
weser kurvenreicher und floß vor allem in großem Bogen östlich der Rob
benplate herum durch den sogen. Wurster Arm und das Dwars Gat, die z
Ende des vorigen Jahrhunderts das Hauptfahrwasser bildeten, jetzt abe
durch die Strombauten und Verschüttungen von Bremerhavener Baggergu
stärker versandet sind und höchstens noch eine Durchschnittstiefe vo
3—5 m unter S. K. N. aufweisen. Durch diese Nebenrinne fließt nur noc
verhältnismäßig wenig Brackwasser nach Nordwest über die Gründe de
südwestlichen Wurster Wattes ab (Meyers Legde, Eversand etc.), zumal de
Stromarm auf der Höhe von Wremen durch eine fast 5 km lange Stein
buhne am Südende der Robbenplate weitgehend abgeriegelt ist. Eine ähn
liche Buhne schützt das Hauptfahrwasser westlich der Robbenplate vor Ve
sandungen aus dem Fedderwarder Priel. Der Wurster Arm wird heute nu
noch von der Kleinschiffahrt auf ihrem Wege zur Unterelbe durch di
sogen. Wattfahrt im Wurster Watt benutzt.

Die Beschaffenheit der Sohle der Wesermündung ist auf der ganze
Strecke von Nordenham bis See fast rein sandig, von einzelnen feste
Schlickbarren vor den Bremerhavener Häfen abgesehen. Dieser Sand i
wahrscheinlich durch die Westwindtrift langsam in den Weserschlauch ein
gewandert. — Die benachbarten Watten auf der Westseite des Fahrwasse
bis hinaus nach Hoher-Weg und Mellum sind ebenfalls alle recht sandi
abgesehen von der Nähe der Butjadinger Küste. Im Gegensatz daz
sind die auf der rechten Fahrwasserseite gelegenen Wurster Watte
bis fast zum Dorumer Tief hinauf von Schlick und Schlicksand bedeck
der wahrscheinlich aus dem Weserstrom dorthin geschafft wird. Au
der rechten Seite wird das Watt erst bei Eversand, Knechtsand un
Tegeler Plate ausgesprochen sandig, also erst in beträchtlichem Ab
stand von der Küste. Die schon erwähnte Robbenplate zwischen de
neuen und alten Fahrwasser ist auch größtenteils rein sandig. — Au
der Westseite des neuen Fahrwassers mündet in nordöstlicher Richtun
eine Reihe großer Prielsysteme, wie der Fedderwarder Priel und die zah
reichen Läufe oberhalb und unterhalb des Hohe-Weg-Leuchtturmes, die vo
gewisser Bedeutung für die Hydrographie der Wesermündung sind. — Di
eben erwähnte Bodenbeschaffenheit der benachbarten Watten ist übriger
nicht zufälliger Natur, sondern in der Verteilung der Wassermassen de
Wesermündung begründet, da ja ein ständiger Austausch zwischen de
Strom und den seitlichen Watten besteht, der, über die hier zitierten Arbe
ten hinaus, zurzeit noch intensiv vom Institut für Meeresforschung unte
sucht wird.

In der hier ausführlich geschilderten Mündungsrinne wird im Durc
schnitt, mit der Tide hin- und herpendelnd, eine Oberwassermenge vo
einigen tausend cbm pro Sekunde (von extremen Jahren wird abgesehe
mit Seewasser aufgemischt und, brackig geworden, nach Nordwest über d
Norder-Gründe zur See geführt.

Die topographische Betrachtung zusammenfassend, sei festgestellt, da
der Hauptwassertransport und der ganze Austausch zwischen Fluß un

eer in einer höchstens 50—60 km langen, 10 bis höchstens 20 m tiefen d 1 bis höchstens 3 oder 4 km breiten, nach Nordwest sich erstreckenden ine mit relativ großer Stromgeschwindigkeit erfolgt (um 3—4 Seemeilen Stunde variierend). Diese Rinne besteht aus einem oberen, schmäleren d flacheren Teil zwischen Nordenham und etwa Robbenplate und einem ewärtigen breiteren und tieferen Teil, der bei Roter-Sand allmählich die offene See übergeht. Auf Grund der hier wiedergegebenen Vertnisse scheint es angebracht, die Wesermündung rein topographisch in ei Abschnitte aufzuteilen:

. Die kurze Strecke oberhalb Bremerhavens bis Nordenham,
2. die schmale aber lange Strecke von Bremerhaven bis etwa Robbenplate, und
3. die breite Schlußstrecke von dort bis See.

Ab Hoher-Weg seewärts beginnt übrigens auch bei Schlechtwetter die rke Einwirkung schwerer See aus Nordwest.

itterungs- und Oberwasserverhältnissse
Beobachtungsjahr

Zum richtigen Verständnis der Intensität des vordringenden Seewassers erseits und des Brackwasserabflusses andererseits ist eine Betrachtung im Beobachtungsjahr vorherrschenden Windrichtung und -stärke in der esermündung unerläßlich, wie überhaupt die Verteilung der Wasserrper in flachen Küstenstrichen, von den Gezeitenerscheinungen absehen, weitgehend eine Funktion der Windverhältnisse ist. — Im Gegenz zu dem sehr heißen und trockenen, von östlichen Winden beherrschten mmer 1947 (dem ein ebenso kalter und trockener Winter voranging) war ganze Jahr 1948 durch eine feuchte Westwindlage charakterisiert, die den letzten Jahrzehnten, von Ausnahmen abgesehen, so typisch für sere Küstengewässer geworden ist und mit der generellen Steigerung altantischen Luftzirkulation zusammenhängt. Eine derartige Wettere hat feuchtmilde Winter und feuchtkalte Sommer an der Küste zur ge mit meist reger Luftbewegung aus südwestlicher Richtung, die das sströmende Weserwasser geringeren Salzgehaltes auf die rechte Fahrsserseite über die Wurster Watten und die Norder-Gründe hinweg nach drängt, während andererseits bei solchen Windverhältnissen durch die fe Weserfahrt und die Hohe-Weg-Rinne salzigeres Nordseewasser aus Gegend nördlich der ostfriesischen Inseln in den Mündungsschlauch dringen kann. Durch das starke Einströmen des „Westwassers" verärfen sich die Gegensätze der beiden Hauptwasserkörper im Gebiet der esermündung, und so kann sich, gerade bei westlichen Winden, eine ht scharfe Grenzschicht zwischen beiden Wasserarten herausbilden.

Nach Angaben des „Meteorologischen Amtes für Nordwestdeutschland" Hamburg herrschten im Mittel der einzelnen Monate des Jahres 1948

folgende Windrichtungen und -stärken an dem für die ganze Wesermün-
dung repräsentativen Punkt des Hohen-Weg-Leuchtturmes:

Monat im Jahr 1948	Häufigste Windrichtung	Häufigste Windstärke in Beaufort
Januar	Süd bis Südwest	4 bis 5
Erste Hälfte Februar	Südwest bis West	5
Zweite Hälfte Februar	Ost	5
März	Südwest bis West	3 bis 4
April	Süd bis Südwest	3 bis 4
Mai	Nordwest bis Nordost	3 bis 4
Juni	Süd bis West	3 bis 4
Juli	Südwest bis Nordwest	3 bis 4
August	Süd bis West	3
September	Süd bis West	3
Oktober	Süd bis West	2 bis 4
November	Süd bis West	4
Dezember	Südost bis Südwest	2 bis 4

Aus der vorstehenden Übersicht geht eindeutig hervor, wie einseitig d Wetterverhältnisse hier an der Nordseeküste ausgebildet sind, und da von wenigen Kaltlufteinbrüchen aus Ost oder Nord im Winter und Frül jahr abgesehen, am häufigsten mäßige bis frische Winde aus südlicher b westlicher Richtung auftreten, die natürlich weitgehend die Verteilung d Wasserkörper in der Wesermündung beeinflussen.

Abgesehen von Wind und Wetter üben aber auch die aus dem Binne land herangeführten Oberwassermassen einen gewissen Einfluß auf d hydrographischen Verhältnisse in der Mündung aus, wenn auch hauptsäc lich nur im oberen engen Schlauch bei Bremerhaven. In der tiefen ur breiten Rinne unterhalb Robbenplate spielt das schon stark aufgemisch Brackwasser nicht mehr die große Rolle, zumal es über die nördlichen Wa ten und Sände abwandert (häufigste Windrichtung und Wirkung der Er rotation!). — Den Betrachtungen des Jahres 1948 legen wir die Oberwasse mengen in cbm/sec zugrunde, wie sie am Pegel „Baden" oberhalb der Tid welle in Bremen gemessen wurden. Die tatsächlich in der Wesermündur bei Bremerhaven seewärts fließenden Wassermengen sind mindeste zehnmal so groß, wie die bei Baden gemessenen. Das hat einmal sei Ursache in dem Zufluß weiterer Wassermassen aus der Lesum, der Hun u. a. Nebenflüssen der Unterweser, sowie vor allem darin, daß das obe flächlich abfließende Wasser bei Bremerhaven vom Grunde her mit de am Boden als Dichtegefällestrom eindringenden salzigeren Wasser sch so stark aufgemischt wurde, daß die ursprüngliche Oberwassermenge v Baden nur den geringeren Teil ausmacht (ca. 10 %).

Nach langjähriger Beobachtung steht fest, daß die Weser das meis Oberwasser im Spätwinter oder V o r f r ü h l i n g führt, daß diese Men im Sommer um ein mehrfaches absinkt, und daß schließlich das Minimu im September/Oktober, also im H e r b s t, erreicht wird. Entsprechend li gen die salzigeren Wassermassen der Wesermündung, wie es durch d

igenen Feststellungen erhärtet wurde, im Vorfrühling bis zu 10 km und iehr seewärts verschoben als im Herbst. — Während, wie schon oben rwähnt, das Jahr 1947 anomal niederschlagsarm war, zeichnete sich das ɔlgende Jahr durch starke Niederschlagsmengen aus. Infolgedessen lag as Jahresmittel der Oberwassermengen bei Bremen 1948 mit fast 300 cbm ro sec etwas über dem Durchschnitt von etwa 270 cbm pro sec. — Im llgemeinen erreichte, nach Angaben der Wasser- und Schiffahrtsdirek- on Bremen, die mittlere monatliche Oberwassermenge am Pegel „Baden" berhalb Bremens folgende Werte, ausgedrückt in cbm pro sec:

anuar	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
970!	800	330	270	160	120	260	160	140	110!	130	110

Die Januar- und Februarmengen sind ungewöhnlich hoch. Im Anschluß n den trockenen Sommer 1947 traten im Spätherbst desselben Jahres und n Winter 1948 außerordentliche Niederschlagsmengen auf, und zwar so nvermittelt, daß in dem erwähnten Winter das große Weserwehr (Tide- ehr) bei Bremen völlig zerstört wurde! Die späteren Oberwassermengen, esonders die bis in den Winter 1948/49 sich ausdehnenden Minimums- erte entsprechen dann etwa den normalen Verhältnissen. Ein sekundäres Iaximum zeigte sich noch im Juli 1948.

age der Stationen, Anzahl der Fahrten, er Proben usw.

Die im Durchschnitt meistens einmal monatlich durchgeführten Reisen mit em Wachschiff der Bremer Wasserschutzpolizei führten uns an gleichblei- ende und immer wieder aufgesuchte Terminstationen in der Wesermün- ung, deren Position nicht immer exakt innegehalten werden konnte, da Vind und Wetter uns häufig zwangen, von der gewünschten Lage etwas bzuweichen. Dennoch gelang es, die Positionen in einem Umkreis von twa 300 m innezuhalten. — Im äußeren Mündungsgebiet, d. h. zwischen em Nordende der Robbenplate, oberhalb Hoher-Weg-Leuchtturm, und dem nfang der sogen. Weserfahrt, oberhalb Roter-Sand, konnten fünf Ter- iinstationen und im inneren Teil der Wesermündung, dem engen Schlauch berhalb Robbenplate bis Bremerhaven, drei Terminstationen aufgesucht erden. Die Stationen sind, von See her, laufend numeriert und haben in er äußeren Mündung, kurz „Mellumgebiet" genannt, einen Abstand von —3 Seemeilen (3—5 km), in der inneren Mündung, kurz „Langlütjen- ebiet" genannt, einen Abstand von etwa 4 Seemeilen (6—7 km). Alle inf Außenstationen liegen westlich der Fahrwassermitte im Bereich des inströmenden Seewassers. — Genaue Einzelheiten ergeben sich aus der eigefügten Übersichtskarte und der nachfolgenden Zusammenstellung.

Liste der acht Terminstationen in der Wesermündung:

tation 1: ca. 53° 48,0′ Nord und 08° 07,5′ Ost, ca. 5 km oberhalb Roter-Sand und östlich des Minsener Sandes, am Oberende der Weserfahrt auf einer mittleren Wassertiefe von ca. 18 m unter S. K. N.

Station 2: ca 53° 45,5' Nord und 08° 11,5' Ost, ca. 5 km oberhalb Station 1 und nordöstlich der Insel Mellum auf einer mittleren Wassertiefe von ca. 18 m unter S. K. N.

Station 3: ca. 53° 44,0' Nord und 08° 14,5' Ost, ca. 3,5 km oberhalb Station 2 und nördlich des Hoher-Weg-Leuchtturmes, in der sogen. Hoher-Weg-Rinne auf einer mittleren Wassertiefe von ca. 18 m unter S. K. N.

Station 4: ca. 53° 43,0' Nord und 08° 17,0' Ost, ca. 2,5 km oberhalb Station 3 und östlich des Hoher-Weg-Leuchtturmes in der Hoher-Weg-Rinne auf einer mittleren Wassertiefe von ca. 12 m unter S. K. N.

Station 5: ca. 53° 42,0' Nord und 08° 20,0' Ost, ca 3,5 km oberhalb Station 4 und querab Nordende Robbenplate am oberen Ende der Hoher-Weg-Rinne auf einer mittleren Wassertiefe von ca. 12 m unter S. K. N.

Station 6: ca 53° 38,5' Nord und 08° 25,0' Ost, ca. 8 km oberhalb Station 5 im oberen schmalen Teil der Wesermündung am Südende der Robbenplate im Wremer Loch auf einer mittleren Wassertiefe von ca. 12 m unter S. K. N.

Station 7: ca. 53° 36,5' Nord und 08° 29,5' Ost, ca. 6 km oberhalb Station 6 und querab des sog. Imsumer Ochsenturmes auf einer Wassertiefe von ca. 12 m unter S. K. N.

Station 8: ca. 53° 33,5' Nord und 08° 33,0' Ost, ca. 6 km oberhalb Station 7 und querab der „Columbuspier" in Bremerhaven auf einer mittleren Wassertiefe von ca. 12 m unter S. K. N.

Auf Grund der Tatsache, daß uns ein eigenes Untersuchungsfahrzeug im Jahre 1948 nicht zur Verfügung stand, war es leider nicht möglich, die aufgeführten Stationen so oft aufzusuchen, wie es im Interesse einer kontinuierlichen Beobachtung vielleicht wünschenswert gewesen wäre. So war es uns nur möglich, etwa einmal monatlich Vertikalserien in der Wesermündung durchzuführen, wobei wir das Schwergewicht auf den äußeren Teil unterhalb Robbenplate legten. Diese von uns mit „Mellumgebiet" bezeichnete Strecke wurde ziemlich regelmäßig, und zwar insgesamt achtmal aufgesucht, während der „Langlütjengebiet" benannte innere Teil insgesamt nur viermal befahren werden konnte. Die Reisen zu den Stationen 1 bis 5 wurden an den nachfolgenden Tagen unternommen:

Am 20. 1. 48 über Ebbe,
am 13. 2. 48 über Flut,
am 18. 2. 48 über Ebbe,
am 7. 4. 48 über Flut,
am 26. 5. 48 über Ebbe,
am 14. 6. 48 über Ebbe,
am 25. 8. 48 über Ebbe,
am 2. 11. 48 über Flut.

'enn hierbei auch nicht alle Monate gleichmäßig erfaßt wurden, so liegen
ɔch stets eine bis drei Reisen in den Hauptjahreszeiten.

Die Fahrten zu den Stationen 6 bis 8 konnten leider nur viermal, und
var an folgenden Tagen, erfolgen:

Am 28. 4. 48 über Flut,
am 5. 5. 48 über Flut,
am 14. 7. 48 über Ebbe,
am 19. 10. 48 über Flut.

Es sei an dieser Stelle nochmals betont, daß die relativ wenigen Unter-
chungen des Jahres 1948 lediglich dazu dienen sollten, einen ersten auf-
ılußreichen Einblick in die komplizierten Verhältnisse der Wesermün-
ıng zu geben, und daß in den folgenden Jahren intensivere Untersuchun-
n anliefen, die zurzeit noch andauern und zu einem späteren Termin ver-
fentlicht werden.

Das fragliche Untersuchungsgebiet wurde mit dem Dampfer möglichst
i Niedrigwasser oder Hochwasser aufgesucht, um eine Verschiebung des
wonnenen Bildes durch Gezeitenströmungen weitgehendst auszuschalten,
nn nicht immer war ein hinreichend gleichzeitiges Schöpfen der Proben
ırchführbar. Es gelang stets, die drei bis fünf von einer Reise anfallenden
ertikalserien im Verlauf von 1—2 Stunden zu gewinnen. In einem Ge-
isser mit starker Gezeitenströmung ist es absolut unerläßlich, daß alle
ationen längs des Fahrwassers etwa gleichzeitig oder zur gleichen Tide-
ınde geschöpft werden, da sonst in der späteren Darstellung Verzerrun-
n auftreten.

Die Gewinnung der Vertikalproben ging wie folgt vor sich: Bei t r e i -
e n d e m Schiff wurde zunächst die Oberflächenprobe aus den oberen
cm mit einem Eimer geschöpft, und gleichzeitig ging der bekannte ver-
ale Pettersson-Wasserschöpfer in das gewünschte Niveau, das bei 5 m,
5 m und 10 m Tiefe, sowie einen Meter über der Sohle lag. Abdriftwinkel
aren infolge des treibenden Schiffes nicht vorhanden. — Nach dem
höpfen wurde an Ort und Stelle die Temperatur der Proben bestimmt,
e anschließend im Labor an Land auf Gesamtseesalz in Promille (Gramm
esalz / Kilo Seewasser), auf den Gehalt an Sinkstoffen in mg/l (praktisch
entisch mit der optischen Trübe) und schließlich noch auf den Gehalt
Nitritstickstoff (salpetrige Säure) in Gamma/l analysiert wurden.

Die drei erwähnten Faktoren wurden aus folgenden Erwägungen heraus
wählt:

1. Der S a l z g e h a l t ist bei jeder Seewasseruntersuchung als primärer
verlässiger Indikator für die jeweilige Wasserart unentbehrlich. So zei-
n seine Isolinien u. a. dem Betrachter die Bewegungsrichtung des betref-
ıden Wasserkörpers an.

2. Die T r ü b u n g oder, was praktisch dasselbe ist, die S i n k s t o f f e
ıd in allen Brackwasseraestuaren von großer Bedeutung, da sie oft, wie
ch in der Weser, in starker Konzentration auftreten und zu nachteiligen
erschlickungen führen können. In solchen Gebieten ist es für den Strom-

bauer äußerst wissenswert, Einzelheiten, gerade über die Verteilung dies
Sinkstoffe, zu erfahren (Lüneburg 1. c.).

3. Der Gehalt an salpetriger Säure (Nitritgehalt) interessie
aus zwei Gründen; einmal strömen aus den Unterweserstädten und in
besondere aus der als Vorfluter stark belasteten Geeste in Bremerhave
(in unmittelbarer Nähe des Untersuchungsgebietes) größere Abwasse
mengen nach See zu, und es wurde vermutet, daß diese sich irgendw
noch im Mündungsraum geltend machen würden. Diese Frage interessie
besonders im Zusammenhang mit hygienischen Betrachtungen des Badeleber
in der Wesermündung, sowie mit der örtlichen Krabbenfischerei *(Crangc
vulgaris).* Zweitens treten in Brackwassergebieten, wie der Wesermür
dung, Zonen auf, in denen die stärker stenohalinen Lebewesen (vor alle
Plankton) massenhaft eingehen. Diese Absterbezonen scheinen infolg
des Eiweißabbaues gerade durch die Gegenwart salpetriger Säure beso
ders gut gekennzeichnet zu sein. Im übrigen hat das Herausgreifen de
Nitrits als organischer Abbaufaktor seinen besonderen Grund darin, daß e
sich 2—3 Tage unverändert in vitro hält. Es ist ein relativ einfach z
bestimmender Faktor, der eben den Vorteil besitzt, von allen derartige
Faktoren am stabilsten zu sein.

Die Auswertung der Ergebnisse erfolgt in gemittelten oder in einzel
herausgegriffenen Isolinien-Darstellungen von Vertikalschnitten längs de
Fahrwassers oder auch in Isoplethen-Darstellungen. Insgesamt wurden i
der Beobachtungszeit

174 Temperaturbestimmungen,
173 Salzbestimmungen,
173 Sinkstoffbestimmungen,
160 Nitritbestimmungen gleich
680 Gesamtmessungen

durchgeführt.

Das der Veröffentlichung zugrunde liegende Tabellarium wird aus Gründen de
Kostenersparnis nicht veröffentlicht, liegt aber jedem Interessenten im Institut fü
Meeresforschung Bremerhaven zur Einsicht aus.

Zur analytischen Methodik (Lüneburg l. c.)

Im Zusammenhang mit der angewandten Methodik sollen hier lediglic
die Bestimmungen der Trübung (den Sinkstoffen identisch) und des Nitrit
(salpetrige Säure) erwähnt werden.

Unter Trübung wollen wir hier zunächst eine optische Größe ve
stehen, weil die Trübe des Wassers praktisch eine ihrer Masse proportic
nale Menge Licht absorbiert. Dieser Lichtschwund wird im Zeißsche
Pulfrich-Photometer quantitativ als Prozentsatz des Lichtdurchlasses i
klarem, destilliertem Wasser erfaßt. Die Messung erfolgt im praktisc
monochromatischen Schottschen Farbfilterglas „S 75", das nur ein Licht vo
ca. 750 $\mu\mu$ durchläßt. Man verwendet dieses Rotfilter, um störende Gelb
färbungen, wie sie in Küstengewässern als humose Verbindungen etc. au

ıten, zu eliminieren. In diesem Filter wird also hauptsächlich nur diejenige übung erfaßt, deren Teilchen von überkolloidaler Größenordnung sind. ese Trübung ist, wie schon eingangs erwähnt, in unseren Flußmündunn praktisch identisch mit den Sinkstoffen, und zwar derart, daß die soeich definierte optische Einheit gleich einem mg/l ist. Diese Beehung wurde in über hundert Einzeluntersuchungen ermittelt. — Die der Blende des Photometers abgelesenen Durchlässigkeitsprozente sind och nicht den Sinkstoffkonzentrationen linear proportional. Die geinschte Proportionalität erhält man erst nach Umrechnung der gemessen Durchlässigkeitsprozente auf die sogen. Extinktionskoeffizienten, die monochromatischen Licht, nach dem Gesetz von Lambert-Behr, dem kadischen Logarithmus des Quotienten der Ausgangsintensität durch die ibungsbedingte Endintensität entsprechen: log (I o / I t), wobei I o, die Angsintensität, in unserem Falle gleich 100 Prozent ist, während I t die ibungsbedingte Intensität ist, die als Prozent der Anfangsintensität an der endentrommel des Photometers abgelesen wird. Der so gewonnene tinktionskoeffizient wurde von uns stets zur Vermeidung des umständhen Dezimalbruches mit 1000 multipliziert. Nur für diesen tausendfachen effizienten gilt die erwähnte Tatsache der Gleichheit mit den Sinkstoffen mg/l! Diese Gleichung hat eine Toleranz von etwa 25 % für den Beich von 0 bis 1 g/l, wobei bemerkt sei, daß wesentlich größere Werte s 1 g/l im Jahre 1948 nicht beobachtet wurden.

Auf Einzelheiten der Funktion des Pulfrich-Photometers kann hier nicht ngegangen werden. Es sei nur noch bemerkt, daß die Trübung nach ündlicher Aufwirbelung der Probe und spätestens innerhalb von 24 Stunn nach dem Schöpfen in einer 5-cm-Küwette gemessen wurde, um dann f die Einheit der Schichtdicke, also 1 cm, umgerechnet zu werden. Bei sonders starken Trübungen wird gleich die 1-cm-Küwette genommen. — e Fehlerbreite der Methode liegt bei etwa ± 5 mg/l.

Der optische Ausdruck für die Sinkstoffe kann manch wertvollen Hineis geben auf die biologisch so wichtige Lichtdurchdringung des Wassers d dient gleichzeitig dem Hydrographen als aufschlußreicher Wasserrperindikator. Andererseits weiß der auf die Praxis eingestellte Wasseruer mit den relativen Charakter tragenden Extinktionskoeffizienten nicht el anzufangen. Ihn interessiert vielmehr die absolute Menge der im asser suspendierten Sinkstoffe, ausgedrückt in mg/l.

Ferner wurde während unserer Untersuchungen noch festgestellt, daß er 90 Gewichtsprozent der Sinkstoffe tatsächlich innerhalb weniger Stunn in der Flasche zu Boden sinken und nur wenige Gewichtsprozent lloid in Schwebe bleiben. Man kann also wirklich mit gutem Gewissen übung und Sinkstoffe identisch setzen.

Auch der Gehalt an Nitritstickstoff (in Gamma pro Liter) wurde t dem Zeißschen Pulfrich-Photometer bestimmt. Hierbei ist die Probe vor durch ein quantitatives Papierfilter von durchschnittlich einem μ renweite zu geben, das praktisch alle organische und anorganische Trü-

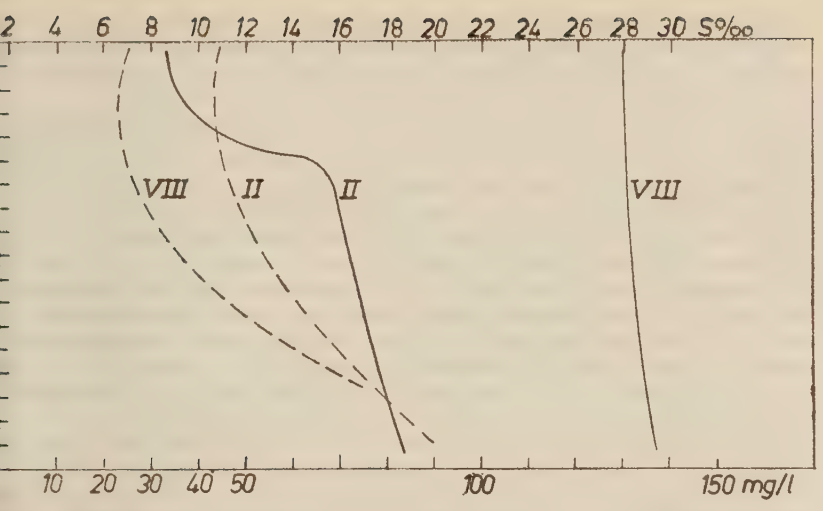
bung zurückhält und das Wasser optisch klar macht. Andererseits werde kolloide Humusverbindungen etc., wie sie auch im Wasser der Unterwese in größerer Konzentration vorkommen, durch das Filter gelassen. Zur Ve meidung einer störenden Überlagerung durch diese kolloide Gelbtönun wurde im Photometer nicht, wie üblich, gegen destilliertes Wasser, sonder gegen die filtrierte Probe selbst verglichen, wobei diese in genau derselbe Weise behandelt wird wie die Originalprobe, nur daß das typische Nitri reagens (Indol) nicht hinzugesetzt wird.

Der Analysengang ist kurz folgender: 25 ccm des filtrierten Wasser werden in einem 100 ccm fassenden Erlenmeierkolben mit 1 ccm Schwefe säure (1 Vol.-Teil Schwefelsäure plus 2 Vol.-Teile Wasser) versetzt. Dan fügt man 0,05 ccm Indollösung hinzu (0,1 g Indol reinst von Merck au 100 ccm 96prozentigen Äthylalkohol aufgefüllt). Diese Indollösung is so lange brauchbar, wie sie nicht gelb oder trübe wird! Nach Schütteln läß man 15 min stehen, füllt dann nach Vorspülen in eine 5 cm lange Küwett und kolorimetriert im Pulfrich-Photometer im monochromatischen Lich des Farbfilters S 53 (Glasfilter der Firma Schott und Gen.), das nur Lich von 530 $\mu\mu$ durchläßt. — Bei der Eichung der Methode stellten wir fes daß 10 Gamma Nitrit-Stickstoff/Liter einem Extinktionswert von 0,038 en sprechen, unter der Voraussetzung der Anwendung der 5-cm-Küwette. Di Fehlerbreite der Methode beträgt ± 1 Gamma Nitrit-Stickstoff Liter.

Diskussion der Ergebnisse

Soweit es die schon eingangs erwähnte, durch das Fehlen eines eigene Untersuchungsschiffes bedingte zeitliche Lückenhaftigkeit des Materials zu ließ, wurden die Ergebnisse entweder in zusammenfassenden gemittelte Isoplethendarstellungen oder aber in besonders repräsentativen typ schen Einzelkurven wiedergegeben. Somit war es nicht möglich, all Jahreszeiten, alle Orte und alle Tide- und Oberwasserverhältnisse gleich mäßig zu erfassen. Dennoch können diese ersten Teilergebnisse, wie wi sehen werden, wertvolle Aufschlüsse über die noch weitgehend un bekannten natürlichen Verhältnisse in der Wesermündung geben un haben uns im Institut für Meeresforschung darüber hinaus wertvolle Hin weise verschafft, nach denen wir in den kommenden Jahren unsere ein gehende Untersuchung dieses Teiles der Nordseeküste durchführen könne

Betrachten wir zunächst einmal in Abb. 1 vergleichend zwei sehr au schlußeiche Vertikaluntersuchungen des Salzgehaltes und der Trübun die erstens zur oberwasserreichen Zeit im Februar und zweitens zur obe wasserarmen Zeit im August bei Stat. 2 gewonnen wurden: Die erste Vertika serie (in der Abb. mit II gekennzeichnet) wurde am 18. 2. 48 durchgeführt z einer Zeit, in der die Oberweser mit durchschnittlich 800 bis 900 cbm/sec a Pegel Baden bei Bremen beträchtliche Wassermassen heranführte. Die zweit Serie hingegen wurde am 25. 8. 48 bei einer entsprechenden durchschnit lichen Oberwassermenge von nur etwa 200 cbm/sec gewonnen (in der Ab mit VIII gekennzeichnet). — Wie aus den Aufzeichnungen des Wasser- un



ɔb. 1: Verteilung von Salzgehalt (———) und Trübung (- - - - -) bei Ebbtide nördlich Mellum bei Station 2 am 18. 2. 48 (II) und am 25. 8. 48 (VIII).

hiffahrtsamtes in Bremerhaven hervorgeht, ist die Oberwasserführung in deren normalen Jahren grundsätzlich stets die gleiche. Da an beiden Beachtungstagen nur schwache bis mäßige Winde wehten, stellen die in ɔb. 1 wiedergegebenen Kurven II und VIII ein einigermaßen repräsentaves Bild der vertikalen Verteilung von Salz und Trübung oder Sinkɔffen in der Außenweser nördlich der Insel Mellum, und zwar zur Zeit r vorgeschrittenen Ebbe, dar. — Aus der Februar-Salzkurve geht einɛutig die früher auch schon in der Elbmündung beobachtete Tatsache herɔr, daß sich in den Flußmündungen in der Vertikalen eine haline Sprunghicht entwickelt, deren horizontale Ausdehung nicht nur mit der Tide indestens zehn km stromauf und -abwärts pendelt, sondern weitgehend ɔn der Oberwasserführung abhängt, die die Brackwasserzone in der 'esermündung nach eigenen Beobachtungen im Hochwinter bei Niedrigasser bis in die Gegend des Roten-Sandes vortreiben kann, um im ɔmmer, zur oberwasserarmen Zeit, diese Zone bei Niedrigwasser bis zur ɔbbenplate zurückweichen zu lassen. — Entsprechend der weit nach See ɔrgeschobenen Lage der Station 2 ist die oberflächlich gering-salzige ackwasserschicht im Februar mit 3 bis 5 m Mächtigkeit nicht sonderlich twickelt. Die eigentliche Homohalinität des oberen Wasserkörpers erreckt sich nur auf 3 bis 4 m und liegt mit nur 9 bis 11 ‰ Salz an der iteren Grenze des echten Brackwassers, während man ja in biologischer insicht bei einem Salzgehalt von über 10 ‰ schon von einem marinackigen Mischgebiet sprechen kann. Der gesamte, unter der Sprunghicht liegende Wasserkörper zeigt im Februar mit 16 bis 19 ‰ Salz nen recht einheitlichen marinen Brackwassercharakter. — Die Trübung

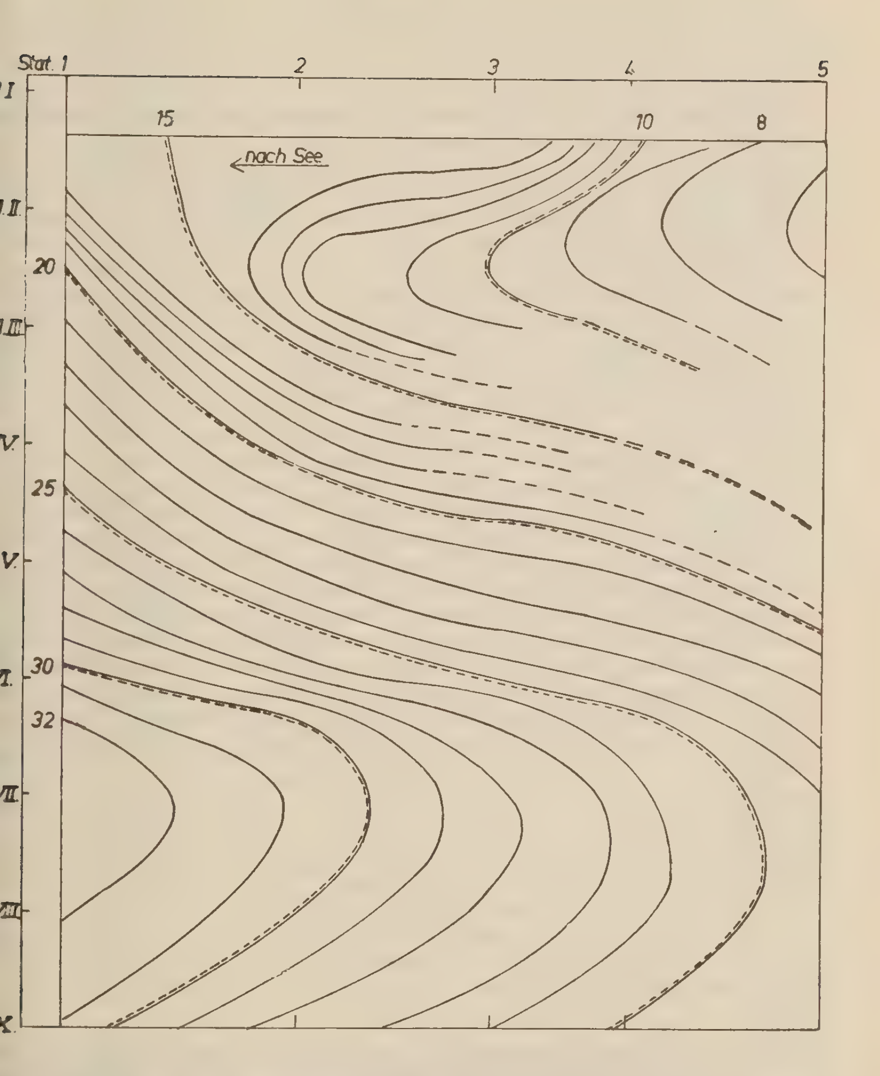
verläuft hier in der Außenweser im allgemeinen umgekehrt proportiona zum Salzgehalt, und das Trübungszentrum liegt nach den Beobachtunge im Jahre 1948 und aus späterer Zeit wesentlich weiter stromaufwärts ir sog. limnischen Gebiet des Brackwassers bei ca. 3—5 ‰ Salz.

Während wir in den Trübungszentren Sinkstoffkonzentrationen vo einigen hundert bis tausend mg/l beobachten konnten, liegen hier, nördlic der Insel Mellum, die entsprechenden Werte nur bei 50 bis höchsten 100 mg/l in Bodennähe. — Im August sind die Verhältnisse hinsichtlich de Salzgehaltes grundsätzlich anders: Der flache Brackwasserkörper ist infolg fehlenden Oberwasserdruckes selbst zur Niedrigwasserzeit bei Mellum rest los verdrängt; eine Sprungschicht ist infolgedessen nicht mehr ausgebilde und der einheitliche Wasserkörper besteht aus reinem Nordseewasser vo fast 30 ‰ Salz. Entsprechend hat die Trübung in den oberflächennahe Schichten noch weiter abgenommen und erreicht mit weniger als 30 mg ebenfalls nahezu reine Nordseewerte, während, durch die Tideströmun bedingt, in Bodennähe keine Abnahme der Sinkstoffwerte erfolgte.

Leider konnte dieses eindrucksvolle Bild der Ebbezeit nicht durch ent sprechend sich ergänzende Serien zur Flutzeit vervollständigt werden.

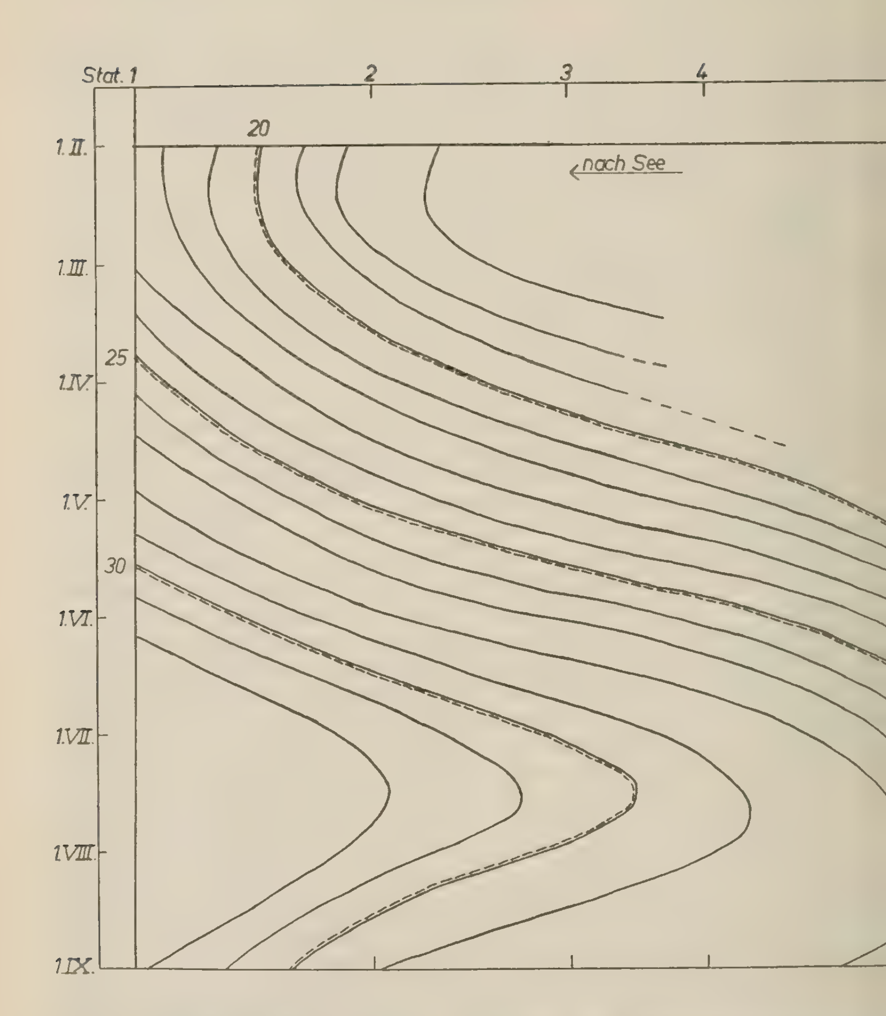
Für das gesamte Gebiet der äußeren Weser, zwischen Robbenplate un Roter-Sand, liegen aus der Zeit von Januar bis September 1948 für di Ebbtide genügend Ergebnisse zur Herstellung von Isoplethenbildern vo die in Tafel 16 und 17 wiedergegeben sind. In den beiden Abbildungen komm nur der Salzgehalt zur Darstellung, da die Trübung und der Nitritgehal hier im Außengebiet der Mündung zu wenig konzentriert sind, un repräsentative Aufschlüsse geben zu können. In Tafel 16 sind die Salz werte für den genannten Zeitraum für die Stationen 1 bis 5 aus den obere 5 m gemittelt zusammengefaßt worden und zeigen uns somit die jahres zeitliche Schwankung des Salzgehaltes oberhalb desjenigen Niveaus, das über große Zeiträume hinweg, von der sogen. Sprungschicht zwische Brackwasser und mehr oder minder reinem Nordseewasser eingenomme wird. Aus Tafel 16 geht das starke, oberwasserbedingte, winterliche Vor dringen des Brackwassers von Robbenplate über Hoher-Weg hinaus bi fast zur Weserfahrt hervor. Erst querab der Insel Mellum macht sich ein stärkere Aufmischung mit salzigerem Westwasser geltend, so daß schließ lich bei Station 1 an der Weserfahrt auch in den Wintermonaten und be Ebbe in Oberflächennähe stärker marine Wassermassen auftreten. Einen gu entwickelten h o r i z o n t a l e n Sprung von fast 5 ‰ auf etwa 4 kn Strecke beobachteten wir im Januar querab Hoher-Weg bei und unterhal Station 4. Diese horizontalen Sprünge im Salzgehalt sind im allgemeine nicht so intensiv entwickelt wie die vertikalen Sprünge (s. auch Abb. 1) aber sie machen sich dafür rein visuell recht auffällig bemerkbar. Irgendw in ihrem Bereich wurde nämlich stets von uns eine, selbst bei unruhiger Wetter sehr gut wahrnehmbare Stromgrenze oder -kabbelung beobachte die sich als breiter, wirbelreicher Schaumstreifen von der linken zu rechten Fahrwasserseite hinzieht, und zwar nicht im rechten Winkel, son dern von der Hoher-Weg-Seite direkt in nördlicher Richtung zur Tegele

Tafel 16



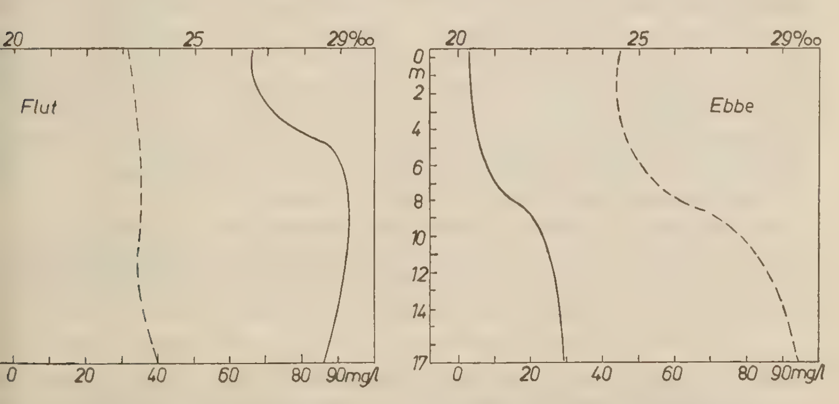
afel 16. Verteilung des Salzgehaltes in Promille bei Ebbtide im o b e r e n Teil des Wasserkörpers (von null bis fünf Meter gemittelt) zwischen Weserfahrt und Robbenplate (Station 1 bis 5) von Januar bis September 1948.

Tafel 17



Tafel 17: Verteilung des Salzgehaltes in Promille bei Ebbtide im u n t e r e n Te
des Wasserkörpers (von zehn Meter bis Boden gemittelt) zwischen Wese
fahrt und Robbenplate (Station 1 bis 5) von Januar bis September 1948.

ate etc. verlaufend, d. h. schräg zur Fahrwasserrichtung. Auf der Fahrt on Bremerhaven zur See trifft man mehrere solcher Strom- oder besser Vasserkörpergrenzen an, die alle in ähnlicher Weise verlaufen wie eben eschrieben. Dieser Verlauf dürfte seine Ursache darin haben, daß das mit er Ebbe ausströmende Süß- und Brackwasser durch die Wirkung der Erd-otation auf die Wurster Watten in Richtung der Norder-Gründe abgedrängt ird. Im übrigen fällt dem Brackwasser bei Ebbe und Flut das aus Nord-est über das Hoher-Weg-Watt heranströmende, meist von Westwinden etriebene Nordseewasser in die Flanke und schiebt sich nun längs dieser romgrenzen oder horizontalen Sprünge unter das brackige Wasser der beren 5 m und dringt dann in der Tiefe (etwa in den unteren zwei Dritteln es gesamten Wasserkörpers) als Dichtegefällestrom flußaufwärts vor, wo-ei natürlich eine Überlagerung durch die Gezeitenströme und eine stetige bnahme des Salzgehaltes erfolgen. — Bei der weiteren Betrachtung der afel 16 fällt uns dann auf, daß die scharfe Grenze zwischen Brack- und eewasser sich im Februar/März, dem Oberwassereinfluß folgend, weiter eewärts in die Gegend nördlich Mellum verschiebt, um im Verlaufe des rühjahrs und Sommers bis weit oberhalb Robbenplate durch marines rack- oder reines Seewasser verdrängt zu werden. Im Juli/August ist der anze Mündungsraum mit fast reinem Seewasser erfüllt. — Wenden wir ns dann in Tafel 17 den entsprechenden Verhältnissen in Bodennähe zu, sehen wir dort keinen grundsätzlichen Unterschied gegenüber der Ober-äche. Im Winter liegen die Salzwerte in Bodennähe um etwa 5 ‰ höher s im Oberflächenwasser, während der vertikale Gradient im Sommer bis nauf zur Robbenplate höchstens 2 ‰ beträgt, d. h. im Sommer ist der Vasserkörper vom Boden bis zur Oberfläche weitgehend einheitlich auf-ebaut, eine Sprungschicht ist nicht vorhanden. Diese Tatsache ging ja uch schon aus der Abbildung 1 hervor. — Schließlich ist für die Außen-eser in Abb. 2 noch ein Versuch unternommen worden, den Unterschied



ob. 2: Verteilung von Salzgehalt (———) und Trübung (- - - - -) bei Fluttide am 13. 2. 48 und bei Ebbtide am 18. 2. 48 in der Weserfahrt bei Station 1.

zwischen der vertikalen Verteilung von Salzgehalt und auch Trübung b
Ebbe (Niedrigwasser) und bei Flut (Hochwasser) zu veranschaulichen. Beic
Serien wurden bei Station 1 vor der Weserfahrt innerhalb einer Woche zı
oberwasserreichen Zeit im Februar gewonnen, und zwar die Flutserie a
13. 2. 1948 und die Ebbeserie am 18. 2. 1948. An beiden Tagen herrschte
schwache bis mäßige Winde, so daß ein besonderer Windeinfluß den Ve
gleich nicht störte. Sowohl bei Ebbe als auch bei Flut ist hier draußen a
der Weserfahrt im Februar die Sprungschicht noch gut ausgeprägt; bei Fl
ist der obere Wasserkörper natürlich weniger mächtig entwickelt als b
Ebbe. In beiden Fällen haben wir es mit stark marinem Brackwasser z
tun, bei Flut praktisch sogar mit fast reinem Nordseewasser. Genere
scheint festzustehen, daß unter gleichbleibenden Umständen der Salzgeha
südlich der Weserfahrt von Niedrigwasser bis Hochwasser durchschnittli
in der oberwasserreichen Jahreszeit um glatt 7 ‰ steigt, während im Son
mer der Wasserkörper der Außenweser wesentlich einheitlicher aufgeba
ist. Größere Sinkstoffkonzentrationen werden im Außenbereich der Mün
dung nur bei Ebbe und unterhalb der Sprungschicht beobachtet. Im Ve
gleich zum Bremerhavener Bereich bleiben sie allerdings, selbst in Boden
nähe, recht gering.

Für das Mündungsgebiet querab des Langlütjen-Sandes liegt ein zeitli
zu heterogenes Material vor, um es für die Auswertung in Isoplethen ge
eignet erscheinen zu lassen. Wir haben uns daher entschlossen, die fü
dieses Gebiet typischen hydrographischen Verhältnisse in zwei extreme
Lagen (für Ebbe und Flut getrennt) als Einzeldarstellungen zu bringen.

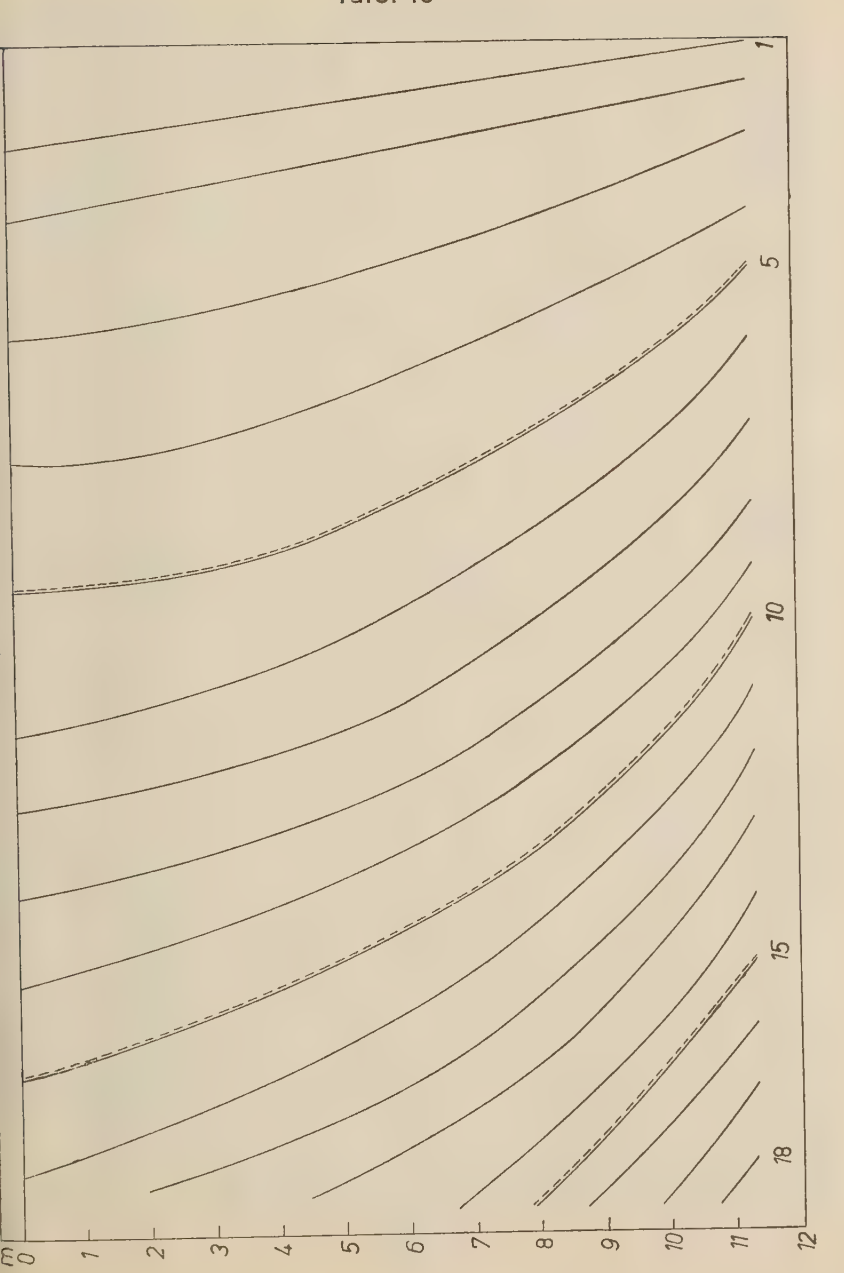
Erstens handelt es sich um einen Ebbelängsschnitt zwischen Robbenplat
und Bremerhaven am 14. 7. 1948, einem Tage, an dem, durch ein sekundäre
Oberwassermaximum bedingt (am 1. 7. 103 cbm/sec, am 7. 7. 137 cbm/se
am 14. 7. 453 cbm/sec!!, am 21. 7. 295 cbm/sec, am 28. 7. 235 cbm/se
und schließlich am 31. 7. 48 183 cbm/sec, gemessen am Bremer Pregel), de
Seewassereinfluß weit nach See hinaus verschoben war (Tafel 18) un
zweitens um einen Flutlängsschnitt vom 19. 10. 48 im gleichen Gebiet, de
nun, im Gegensatz zum Ebbebild, das extreme Vordringen von Seewasse
in den Mündungstrichter der Weser veranschaulicht, wie es besonders ge
fördert wurde durch die am 19. 10. vorherrschenden steifen Westwinde un
ein äußerst geringes Oberwasser. Um den 19. 10. herum traten nämlic
Oberwassermengen von nur eben über 100 cbm/sec bei Bremen auf! Dies
extreme Flutlage findet in Tafel 21 ihre Darstellung.

Wenden wir uns zunächst einmal dem extremen Ebbebild vom 14. 7. 48 zı
Hier fällt in Tafel 18 der erstaunlich niedrige Salzgehalt im Bereich de
Station 7 und 8 (Imsum—Bremerhaven) auf, der nach unseren Beobachtun
gen stets in oberwasserreichen Zeiten über Niedrigwasser im ganzen Ge

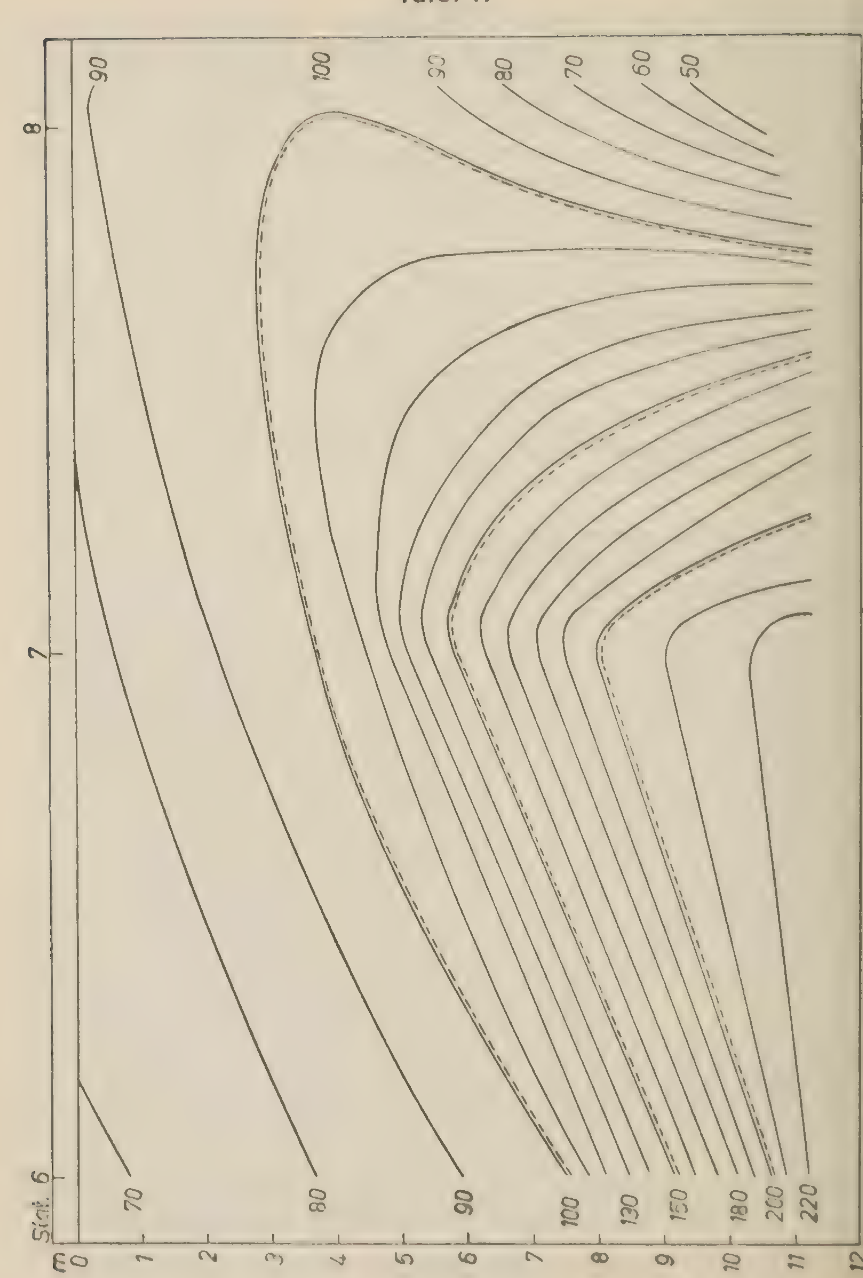
---

Tafel 18: Verteilung des Salzgehaltes in Promille im Längsschnitt von Robbenplat
bis Bremerhaven-Columbuspier während der Ebbtide am 14. 7. 48 (etw
12 m Tiefe).

Tafel 18



Tafel 19


Stat. 6
7
8
m
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
70
80
90
100
130
150
180
200
220
90
100
90
80
70
60
50

et derart minimale Werte erreichte. Dieses gilt ganz besonders für die gentliche Oberwasserzeit im Spätwinter und Vorfrühling; dann treten bei emerhaven regelmäßig Salzwerte von einigen wenigen Promille oder gar ines Süßwasser auf. Es kann dann kaum noch von echtem Brackwasser esprochen werden, sondern es liegt ein biologisch stark limnisch betonter 'asserkörper vor. Weiterhin entnehmen wir der Tafel 18, daß im obersten nnischen Brackwasser die eingangs erwähnte horizontale Wasserschichng nicht mehr vorhanden ist. Die sonst für den Kern der Wesermündung pische Sprungschicht ist in dieser Region verschwunden. Der gesamte 'asserkörper ist infolgedessen recht labil aufgebaut, und es finden starke ertikale Bewegungen statt, die wiederum eine starke Aufwirbelung der diesem Teil der Brackwasserzone maximal angereicherten Sinkstoffe beirken, derart, daß an der Oberfläche wahre „Quellungswolken" der Trüing mit bloßem Auge zu beobachten sind. Diese „Wolken" charakterieren in den großen Aestuaren der Nordseeküste, nach unseren bisherigen eobachtungen in Elbe, Geeste und Weser, stets das beginnende Brackasser. Unterhalb Imsum (Station 7) tritt dann am 14. 7. rasch echtes ackwasser von 10 ‰ und mehr auf, und am Boden von Station 6, bei obbenplate, befindet sich schon stark marin beeinflußtes Brackwasser von per 15 ‰ Salz. Der Gradient verstärkt sich beträchtlich in Richtung obbenplate, und es tritt gleichzeitig eine starke horizontale Schichtung if, die eine stabile Lage der Wassermassen hervorruft, die nicht ohne olge für die vertikale Verteilung der Trübung bleibt.

Diese Verteilung ist nicht nur eine Funktion der Stromgeschwindigkeit, ndern primär vielmehr eine solche des Salzgehaltes, wie aus der anhließenden Tafel 19 und aus den nachfolgenden Betrachtungen hervorehen mag. Wir stellen bei Station 6, bei gut entwickelter Sprungschicht, ne ebenfalls horizontale Schichtung der Trübung fest. Die absoluten 'erte der Trübung liegen hier im oberen Brackwasserbereich entschieden oher als im Gebiet von Mellum und Weserfahrt, wo höchstens in Bodenihe einmal 100 mg Sinkstoffe/l erreicht werden, während im Langlütjenoschnitt oberhalb Robbenplate bei um 10 ‰ schwankenden Salzwerten übungskonzentrationen von über 200 mg/l auftreten, die gelegentlich in odennähe sogar einmal den Wert von 1000 mg/l übersteigen. Im übrigen eten diese hohen Trübungswerte im ganzen unteren Drittel der Wasserefe auf und quellen im oberen Bereich der Brackwasserzone sogar, wenn ich abklingend, bis fast zur Oberfläche empor, wie dies unterhalb Bremeravens auch am 14. 7. beobachtet wurde! Dies Emporquellen bei nur enigen Promille Salzgehalt ist natürlich ebenfalls durch das Ende der orungschicht im obersten Brackgebiet und dem damit verbundenen labilen ufbau der Wassermassen zu erklären! — Wie schon erwähnt, ist in den ündungen unserer großen Ströme das Aufsteigen der für das obere Brack-

---

ıfel 19: Verteilung der Trübung in mg/l im Längsschnitt von Robbenplate bis Bremerhaven-Columbuspier während der Ebbtide am 14. 7. 48 (etwa 12 m Tiefe).

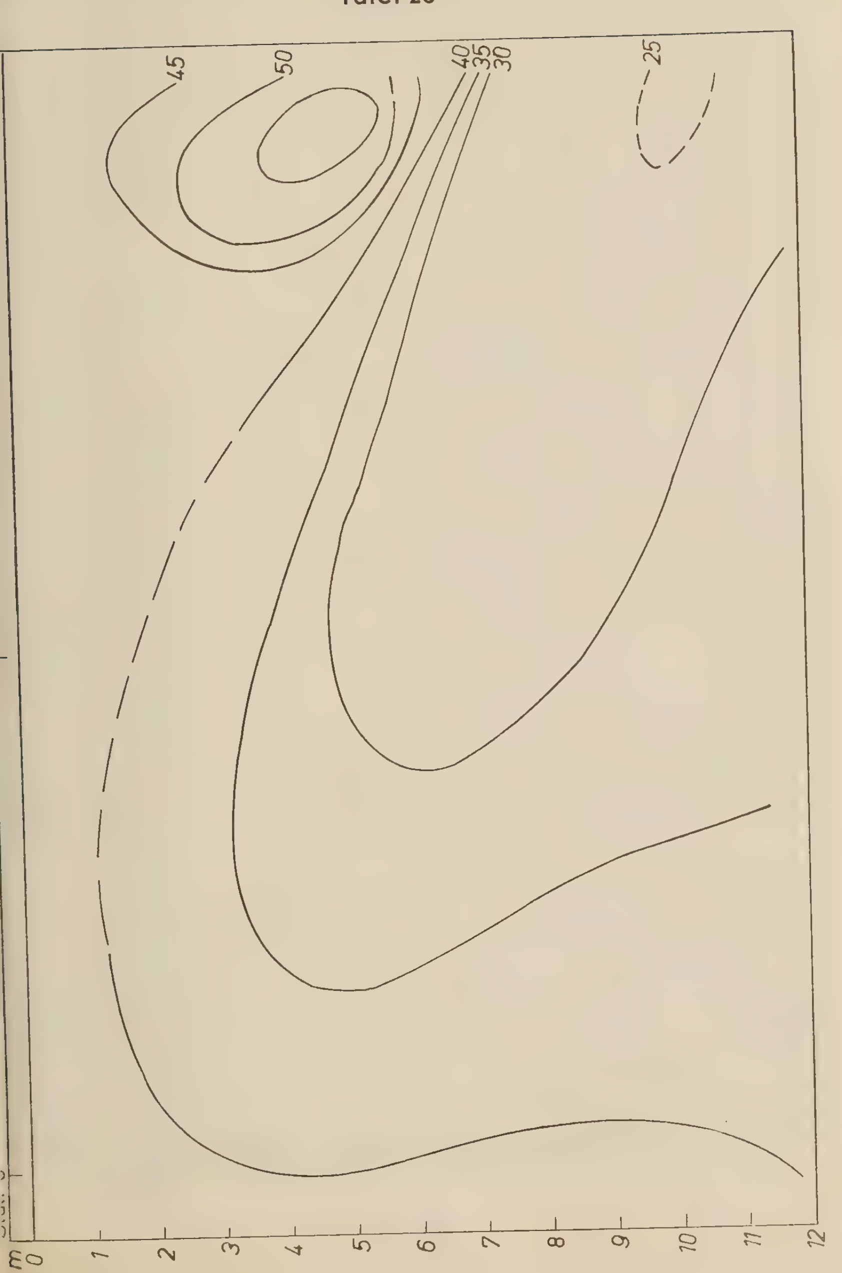
wasser so typischen Sinkstoffwolke derart auffällig, daß man auf der Fahr nach See vom Deck des Dampfers aus ohne viel Übung jederzeit die nu auf eine kurze Strecke beschränkten Trübungswolken wahrnehmen kann Man muß sich dann stets darüber klar sein, daß man gerade die be ginnende Brackwasserzone von etwa 3—5 ‰ durchfährt. Es ist mit andere Worten die an der Oberfläche auftretende Trübungswolke ein zuverlässi ger Indikator für das Vorhandensein der erwähnten Salzkonzentration. — Ähnliche Beobachtungen wurden vom Verfasser bereits 1937 in der Elb mündung gemacht, wo das Trübungsmaximum (bis zu 1000 mg/l!) mi einem Salzgehalt von etwa 2 bis 3 ‰ zusammenfiel und im Durchschnitt unterhalb Glückstadt, bei der Störmündung lag. (Lüneburg l. c.) — Wie wir noch auf Tafel 19 erkennen können, finden im labil gelagerten obere Brackwasser sogar Inversionen der Sinkstoffe statt, derart, daß die größe ren Trübungswerte nicht mehr, wie üblich, in Bodennähe liegen, sonder beliebig, irgendwo in der Vertikalen auftreten können.

Die hier und auch anderenorts ausführlich behandelte Erscheinung de Sinkstoffanreicherung im oberen und obersten Brackwasser läßt sich meines Erachtens zwanglos, wie folgt, erklären: Das aus dem Binnenlande heranströmende Süßwasser ist, wie die besonders in Elbe und Weser auf fällig in Erscheinung tretende Gelbfärbung des Wassers (meist humose Ursprungs) sinnfällig zeigt, sehr mit kolloid gelösten Stoffen belastet, di außerdem aus organogenen Abwasser-Derivaten und aus kolloiden Ton Kiesel- sowie Eisenteilchen bestehen können. Diese Kolloide werden in oberen Brackwasser plötzlich der Einwirkung eines starken Elektrolyte ausgesetzt, wobei sie in bekannter Weise, infolge der Erreichung ode Überschreitung des isoelektrischen Punktes, zur Koagulation gelangen, wie dieses auch an filtriertem Moorwasser mit Salzzusatz am Photometer in vitr nachgewiesen werden konnte. An die so gebildeten „Koagulationskerne" werden bald übrige, im Wasser verteilte „quasikolloide" Teilchen ad sorbiert, und die Masse der gebildeten Sinkstoffe wird so immer meh vergrößert, bis die erwähnten Trübungswolken sich herausgebildet haben was meist, nach bisherigen Erfahrungen in Elbe- und Wesermündung, be 2, 3, 5 oder noch einigen Promille Salz mehr der Fall zu sein pflegt. Beim weiteren Abströmen nach See zu sinken sie, bei von uns festgestellte Teilchengröße von etwa einheitlich 20 μ, in das untere Drittel de Wasserkörpers ab und können dann nicht mehr bis zur Oberfläche auf steigen, da sie von der erwähnten Sprungschicht daran gehindert werden — Die Trockensubstanz der so entstandenen Trübungsmasse besteht im Durchschnitt zu 10 bis 20 % aus organischer Substanz und nur immer zu 2 bis 3 % aus CaO (Kalk). Ferner wurde bei Beobachtungen über Stauwasser d. h. bei Stromstille, ein kurzfristiges, aber fast restloses Absinken der ge samten Trübungswolke an den Grund beobachtet. Die Sinkstoffmenge

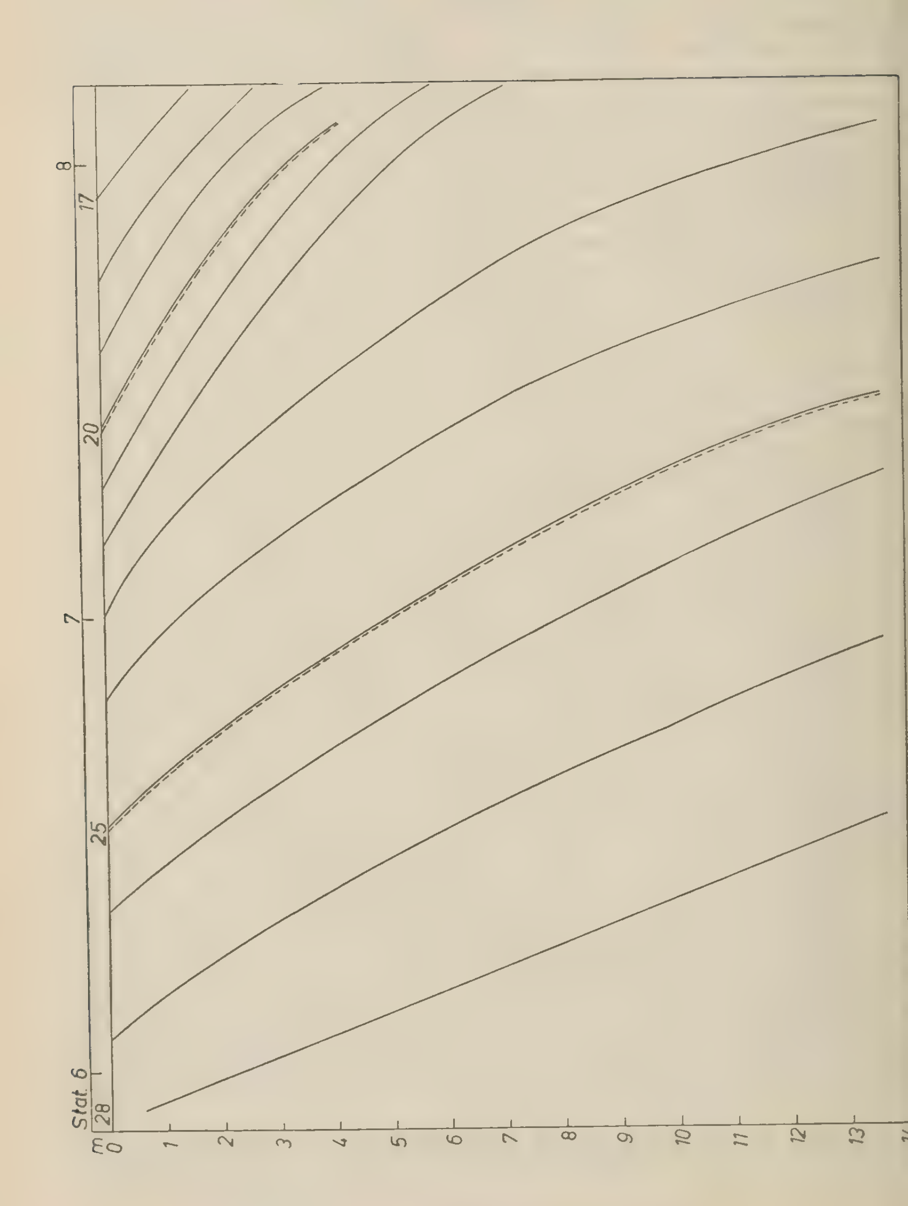
---

Tafel 20: Verteilung der salpetrigen Säure in Gamma NO_2=N/l im Längsschnit von Robbenplate bis Bremerhaven-Columbuspier während der Ebbtide an 14. 7. 48 (etwa 12 m Tiefe).

Tafel 20



Tafel 21



ommen jedoch infolge der starken Gezeitenströmungen nie zur dauern-en Ablagerung im eigentlichen Stromstrich, wie Bodengreiferproben ein-eutig bewiesen. Der Boden des Hauptfahrwassers der Wesermündung be-teht aus Sand der verschiedensten Korngrößen und ist mit Schill etc. ver-iischt. — Über den Verbleib der erwähnten Sinkstoffmassen und ins-esondere die Wechselbeziehungen zwischen den Schlickmassen der be-achbarten Watten und der Trübungswolke der Weser wird zurzeit am istitut für Meeresforschung in Bremerhaven intensiv gearbeitet.

Betrachten wir schließlich in Tafel 20 noch die Verteilung des Abbau-idikators Nitrit (salpetrige Säure) während des extremen Ebbefalles vom 4. 7., so fällt auch hier sogleich eine gewisse Inversion der Werte im beren Brackwasser bei Bremerhaven auf. Dort liegt das zweifellos aus den naufbereiteten Abwässern Bremerhavens (in die Geeste, oberhalb der olumbuspier eingeleitet) stammende Maximum von fast 60 Gamma Nitrit-tickstoff/l in 4 bis 5 m Tiefe. Dieses Maximum ist recht beträchtlich und ntspricht glatt den Werten der Hamburger Abwässer unterhalb Altonas. emerkenswerterweise steigt dann der Nitritwert generell wieder in Rich-ung Robbenplate von etwa 30 bis über 40 Gamma/l an, obgleich er weiter ach See zu, bei der Weserfahrt z. B., kaum noch in Erscheinung tritt. Auch iese ungewöhnliche Nitritverteilung wurde früher schon auf der Unterelbe eobachtet (Lüneburg l. c.). So betragen nach eigenen Beobachtungen die litritwerte in der Hamburger Selbstreinigungszone ca. 60 Gamma NO_2-N/1, m unterhalb der Selbstreinigung auf durchschnittlich ca. 10 Gamma/l ab-unehmen. Im Brackgebiet in der Nähe der Insel Neuwerk steigt die Nitrit-onzentration dann erneut im Mittel auf etwa 20 Gamma/l an! Dieses ekundäre Maximum im zentralen Brackwassergebiet kann natürlich nicht iehr den abgebauten und verschwundenen Abwässern der Großstädte ent-tammen. Es ist eher zu vermuten, daß im Zentrum des Brackwassers die tenohalinen Formen des Planktons usw. absterben und dann, bei ihrem bbau über Ammoniak, auch Nitrit frei wird. — Es wird eine der Zu-unftsaufgaben des Instituts für Meeresforschung sein, die für das Brack-rasser typischen Abbauvorgänge mit Hilfe der Stickstoffkomponenten und nderer, eventuell empfindlicherer Indikatoren zu erfassen.

Die in Tafel 21 dargestellten Werte zur Zeit eines extremen Flut-influsses, der, wie erwähnt, besonders schön am 19. 10. 48 in Erscheinung rat (bei wenig Oberwasser und steifen Westwinden), zeigen ein grundsätz-ch anderes Bild. So verlaufen z. B. schon die Isohalinen auf Tafel 21 in öllig anders gearteter Neigung als zur extremen Ebbezeit. Sie sind näm-ch durch die eindringende Flut stromaufwärts und zur Oberfläche hin usgebogen. Während beim extremen Ebbefall am 14. 7. die Sprungschicht ach See zu erst im Raum Robbenplate völlig zur Entfaltung gelangte, ist

---

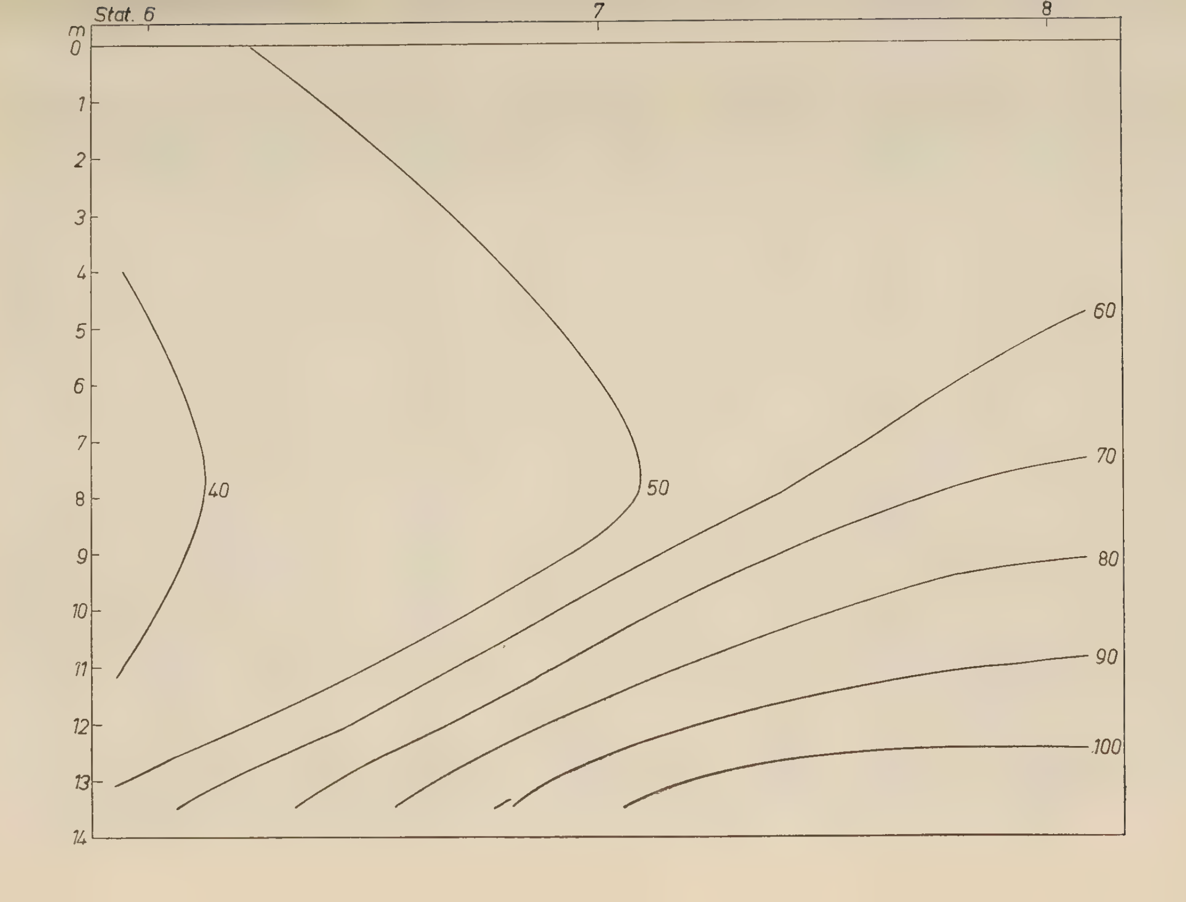
afel 21: Verteilung des Salzgehaltes in Promille im Längsschnitt von Robbenplate bis Bremerhaven-Columbuspier während der Fluttide am 19. 10. 48 (etwa 15 m Tiefe).

in demselben Gebiet am 19. 10. 48 kein wesentlicher Vertikalgradient entwickelt, da dort der ganze Wasserkörper noch von reinem Seewasser erfüllt ist. Erst langsam, nach Bremerhaven hin, schiebt sich das See- und marine Brackwasser unter geringer salzhaltige Wasserkörper, und es entsteht in wenigen Metern Tiefe, um 20 ‰ herum, eine Sprungschicht, die weiter stromaufwärts dann um einige Meter tiefer liegt und im obersten Brackwasser schließlich verschwindet. Die vertikale Salzzunahme beträgt übrigens im Brackwasser der Wesermündung ganz allgemein mindestens 5 ‰. — Die beobachteten Maximalschwankungen von 0 bis 20 ‰ sind für den Wesertrichter bei Bremerhaven typisch und werden natürlich nicht ohne Folgen auf die biologischen Vorgänge in diesem Teil der Wesermündung bleiben. — Das Trübungsbild (Tafel 22) ist, dem stark marinen Charakter der Salzverteilung entsprechend, von einfachem Aufbau. Im fast reinen marinen Westteil des Längsschnittes bei Langlütjen-Sand weist das Wasser einen Trübungsgrad auf, wie er unter normalen Umständen bei Roter-Sand, Norder-Gründe und Scharhörn auftritt, und selbst bei Bremerhaven nähert sich der Sinkstoffgehalt unterhalb der Sprungschicht nur in unmittelbarer Nähe des Bodens, der bei Flut mindestens 3 m tiefer als zur Ebbezeit liegt, den auch bei Hoher-Weg in Bodennähe beobachteten niedrigen Werten von höchstens 100 mg/l! Interessanter und unregelmäßiger ist die in Tafel 23 dargestellte Verteilung der Nitritwerte: Von See kommend erleben wir im Raume Wremen—Imsum und oberhalb ein auf die ganze Vertikale sich erstreckendes Nitritmaximum von über 50 Gamma/l gegenüber nur 40 Gamma/l und weniger bei Robbenplate und auch bei Bremerhaven! Das erwähnte Maximum fällt etwa mit 20 bis 25 ‰ Salz zusammen, die obere Grenze von 40 Gamma/l coincidiert cum granu salis mit ca. 15 ‰. — Vergleicht man hiermit das vorher betrachtete Ebbebild, so sieht man auch dort in Tafel 20 am linken Bildrand die flußaufwärtige Grenze eines sekundären Nitritmaximums mit rund 15 ‰ zusammenfallen. Nach den beiden Einzelreisen vom 14. 7. und vom 19. 10. 48 scheint in der Wesermündung zwischen ca. 25 ‰ nach See zu und ca. 15 ‰ nach der Landseite hin ein sekundäres Nitritmaximum zu liegen, das etwa 10 bis 15 Gamma/l höher als die flußaufwärtigen Werte liegt. Ich würde mich hüten, aus diesen beiden Reisen verallgemeinernde Schlußfolgerungen zu ziehen, wenn ich nicht aus zahlreichen Reisen im Jahre 1937 auf der Unterelbe (Lüneburg l. c.) wüßte, daß dort auch gerade zwischen rund 25 und 15 ‰ Salz im Elbmündungstrichter ein sekundäres Nitritmaximum immer wieder beobachtet wurde, das auch um etwa 10 Gamma/l die flußaufwärts gelegenen Werte überragte. Es scheint also doch zweifellos in diesem, bei Neuwerk in der Elbe und bei Robbenplate—Wremen in der Weser gelegenen sekundären Nitritmaximum ein gewisses System vorzuliegen, das auf den ersten Blick nur dadurch zu erklären ist, daß im

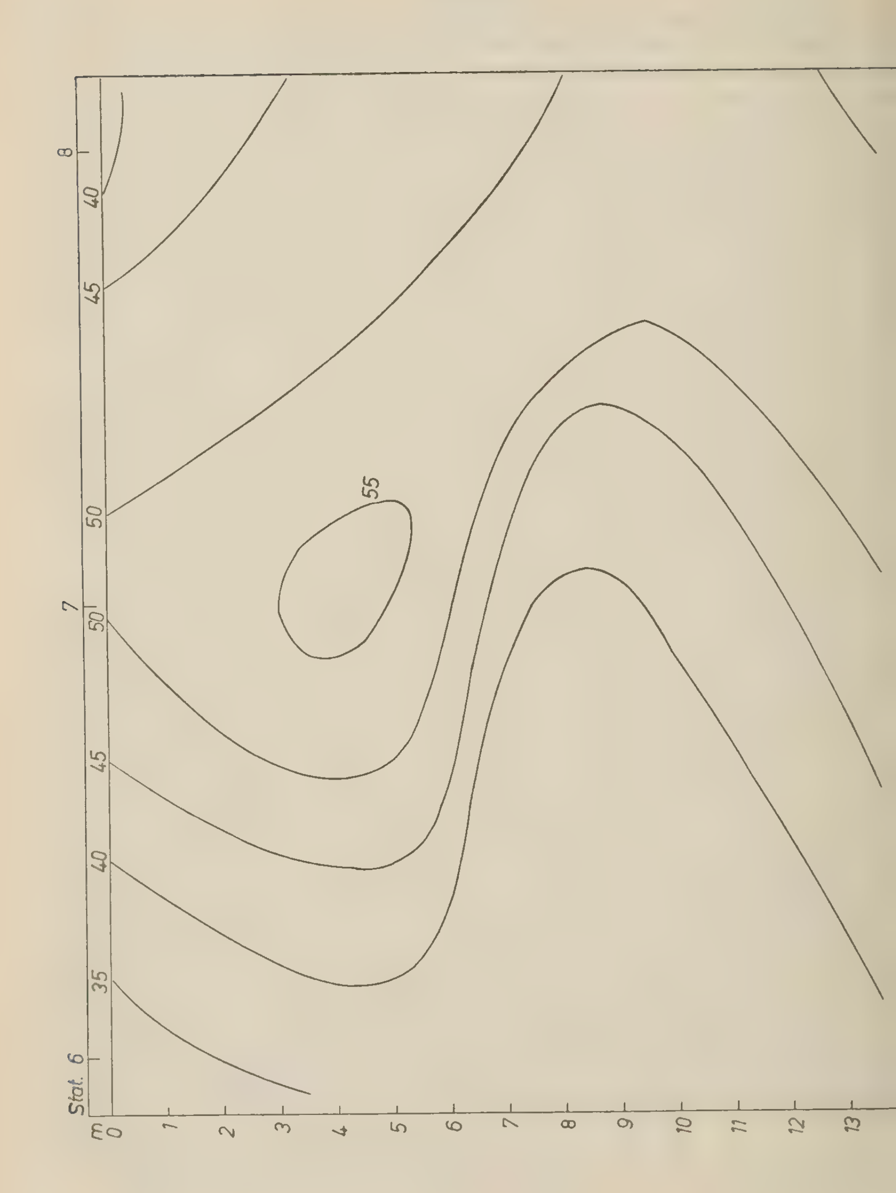
---

Tafel 22: Verteilung der Trübung in mg/l im Längsschnitt von Robbenplate bis Bremerhaven-Columbuspier während der Fluttide am 19. 10. 48 (etwa 15 m Tiefe).

Tafel 22

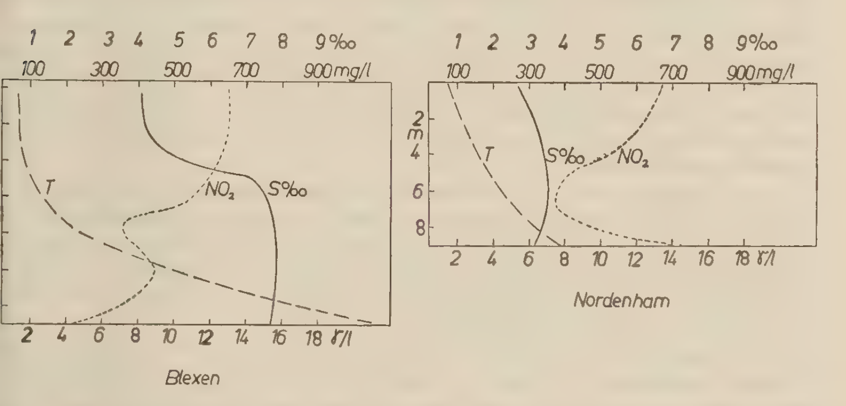


Tafel 23



rackwasserbereich von 15 bis 25 ‰ Salz ein größeres Absterben einerseits der stenohalinen Meeresplanktonorganismen und andererseits auch er limnischen Planktonlebewesen stattfindet. — Zweifellos wird es in Zuunft sowohl für Hydrographen als auch für Hydrobiologen recht lohnend ein, dieses Problem gemeinsam in Angriff zu nehmen.

Es sollen nun die einleitenden Untersuchungen des Jahres 1948 ihren bschluß in einer kurzen Betrachtung der Verteilung der bisher besprochenen Faktoren im Raume Blexen—Nordenham finden, also in dem Gebiet er Wesermündung, in dem der Brackwassereinfluß flußaufwärts im Mittel ein Ende findet. Das Gebiet konnte nur auf einer einzigen Reise am 9. 5. 48 über Flut aufgesucht werden, zu einer Zeit bereits unter normal entickelter Oberwasserverhältnisse (ca. 150 cbm/sec am Bremer Pegel). In Abb. 3 nd die Ergebnisse der erwähnten Fahrt sowohl für Blexen als daneben uch für Nordenham für alle drei Faktoren zugleich dargestellt. Die Ver-



bb. 3: Vertikalverteilung von Salzgehalt, Trübung und salpetriger Säure bei Fluttide am 19. 5. 48 querab Blexen und Nordenham (Tiefe bei Blexen etwa 14 m, bei Nordenham etwa 10 m).

kalserien wurden an beiden Orten in Fahrwassermitte, und zwar bei lexen über 14 m Wassertiefe und bei Nordenham über 10 m Tiefe geonnen. — Wenden wir uns zunächst einmal Blexen zu, so fällt dort der ußerst scharf ausgeprägte Salzsprung bei 5 m Tiefe auf, in dessen Verauf der geringe Salzgehalt von 4 ‰ an der Oberfläche auf glatt den doppelen Wert ansteigt und bis zum Boden hin ca. 8 ‰ beibehält. Die Trübung st hier oben im gering salzigen Gebiet maximal entwickelt; wir befinden ns im Zentrum der schon früher erwähnten „Trübungswolke" (um 5 ‰

---

afel 23: Verteilung der salpetrigen Säure in Gamma NO_2=N/l im Längsschnitt von Robbenplate bis Bremerhaven-Columbuspier während der Fluttide am 19. 10. 48 (etwa 15 m Tiefe).

herum). An der Oberfläche treten Werte auf, die man sonst höchstens ir Bodennähe findet (ca. 100 mg/l), während die Sinkstoffwerte in der unte ren Hälfte des Wasserkörpers von 200 bis 300 mg/l auf 1000 mg/l (!) an steigen, d. h. etwa 1 g/l in Bodennähe! Aber auch diese gewaltigen Sink stoffmassen kommen im Hauptfahrwasser nicht zur endgültigen Ruhe, son dern machen sich nachweislich nur in den strömungsfreien Nebenarmen, Be wässerungssielen und Hafenbecken bemerkbar, wo dafür aber auch z. B im Geestevorhafen in Bremerhaven (kurz unterhalb der Blexer Station) ir der oberwasserreichen Jahreszeit von Januar bis April, wenn das Zentrun der „Sinkstoffwolke" querab Bremerhavens liegt, bis zu 1 m Schlickfall be obachtet wurde. — Die Nitritwerte liegen an der Oberfläche erstaunlich niedrig (12 bis 14 Gamma/l) und können unterhalb der Sprungschicht völlig vernachlässigt werden. Danach scheint sich der Abwassereinfluß der Groß stadt Bremerhaven nicht weit stromaufwärts geltend zu machen, zumal am 19. 5. 48 mäßige nordöstliche Winde herrschten, die immerhin ein vor handenes Abwasser nach Blexen hätten treiben müssen. Nach den bis herigen Beobachtungen bleiben die Bremerhavener Abwässer, streng durch eine scharfe Stromgrenze getrennt, auf das östliche Weserufer, zwischer Luneplate und Weddewarden, unterhalb der Stadt, beschränkt und er reichen ihre größte Breitenausdehnung bei der Columbuspier am Nord ende Bremerhavens.

Im Gegensatz zu Blexen ist die scharfe Sprungschicht bei Nordenham an obersten Ende des Brackgebietes (3 ‰ Salz) praktisch verschwunden, wie wir dies auch schon weiter stromab beobachteten. Die Wasserschichtung wird hier infolgedessen einen labileren Aufbau haben, worauf die un regelmäßige vertikale Nitritverteilung schon hindeutet. Auch ist der ver tikale Sinkstoffgradient geringer, wir befinden uns am oberen Ende der „Trübungswolke", d. h. die Sinkstoffkonzentration läßt wieder nach — Weiter stromaufwärts sind wir im Jahre 1948 in diesem Zusammenhang nicht gelangt. Es ist uns aber aus gelegentlichen Salzbestimmungen aus der Bremer Gegend bekannt, daß der Salzgehalt der oberen Weser sich nicht dem Nullwert nähert, sondern sich etwa bei 0,7 ‰ verhält und strom auf sogar noch weiter ansteigt, bedingt durch die immer mehr gesteigerte Zuführung von Kaliabwässern im Raume der Werra, besonders auf der russischen Seite. Es steht zurzeit auch noch nicht fest, wie weit diese bin nenländische Versalzung zu einem gewissen Abschluß gelangt ist.

Zusammenfassung und Ausblick

Am Anfang wird die Bedeutung allgemeiner hydrographischer Unter suchungen in der Wesermündung erörtert, sowie auf den einleitender Charakter der erstmalig im Jahre 1948 vom Bremer Institut für Meeres forschung in Bremerhaven in Angriff genommenen hydrographischen Unter suchungen der Wesermündung hingewiesen. Die hier dargestellten und diskutierten Ergebnisse der Wesermündungsuntersuchungen stellen den ersten Teil einer geplanten Reihenveröffentlichung dar. Es folgt eine aus

ihrliche Beschreibung der topographischen Verhältnisse des als Mündungs-
ebiet definierten Raumes zwischen Nordenham und dem Roten-Sand, wo-
ei das Gebiet in drei Hauptabschnitte eingeteilt wird, nämlich:

1. das Gebiet der Außenweser von Roter-Sand bis etwa Robbenplate mit Tiefen um 20 m und mehr,
2. das Gebiet von Robbenplate bis Bremerhaven mit Tiefen von 10 bis 15 m und
3. das oberste Brackwassergebiet von Bremerhaven bis Nordenham.

Insgesamt wurden einigermaßen regelmäßig acht Terminstationen in 5 is 6 km Abstand auf der Strecke von Bremerhaven bis See ein- bis zwei- al im Monat aufgesucht und Vertikalserien in 5 oder 2,5 m Abstand durch- eführt. Die untersuchten Faktoren beschränkten sich auf den Salzgehalt, en Gehalt an Sinkstoffen, der der optischen Trübe in etwa proportional t, und den Abwasserindikator: Salpetrige Säure (Nitrit). — Bestimmungs- ethoden und Fehlerbreiten werden kurz erläutert.

Außerdem wird ein Überblick über die hydrographisch so wichtigen berwasserverhältnisse, sowie über Wind und Wetter gegeben: Die ärkste Oberwasserentwicklung mit etwa 1000 cbm/sec am Bremer Pegel at zu Beginn des Jahres auf, während das Minimum im Oktober erreicht urde mit etwa 100 cbm/sec am gleichen Pegel.

Bei der Diskussion der Ergebnisse wird festgestellt, daß zur Zeit starken berwassers im äußeren Mündungsgebiet in 5 bis 6 m Tiefe ein starker prung im Salzgehalt zu beobachten ist, der bei wenig Oberwasser im erbst verschwindet. Der Vertikalgradient beträgt bis hinauf nach Bremer- iven in der Oberwasserzeit glatt 5‰ zwischen der Oberfläche und dem Boden. ne nennenswerte Trübung tritt in der Außenweser nur im Spätwinter in berflächennähe auf. — Im oberen Gebiet bis Bremerhaven ist neben olloidchemisch bedingtem Anwachsen der Sinkstoffkonzentration eine un- mein starke Schwankung des Salzgehaltes in Abhängigkeit von Ober- asser und Wetter festzustellen, so daß bei Bremerhaven in extremen llen Schwankungen von Null bis über 20‰ auftreten konnten. — Inter- sant ist die Verteilung des Abbaufaktors Nitrit im oberen Teil der esermündung. Dort tritt einmal in der Nähe Bremerhavens eine, durch idtische Abwässer bedingte Nitriterhöhung ein und ferner ein sekundäres aximum im eigentlichen Brackwassergebiet zwischen 15 und 20‰ Salz, e es 1937 auf zahlreichen Reisen in der Elbmündung bei Neuwerk in eicher Weise und bei gleichem Salzgehalt immer wieder beobachtet wer- n konnte. Der Verfasser ist der Auffassung, daß es sich auf Plankton- bauprozesse stenohaliner oder limnischer Planktonorganismen im Brack- asserzentrum zurückführen läßt.

Abschließend wird noch kurz eine Einzelreise in das Gebiet Blexen— ordenham diskutiert.

Anschrift des Verfassers:
Dr. Hans Lüneburg, Institut für Meeresforschung, Bremerhaven-G.

Literaturverzeichnis

1. CASPERS, H. „Ökologische Untersuchungen über die Wattentierwelt im Elbe Ästuar." Verhandlungen der Deutschen Zoologen in Kiel, 1948. Akad. Verlagsges., Leipzig 1948.
2. GOEDECKE, E. „Kalkgehalt im Oberflächenwasser der Unterelbe etc." Archi der Deutschen Seewarte, Bd. 55, Heft 1, Hamburg 1936.
3. GOEDECKE, E. „Zur Hydrographie der südlichen Nordsee." Archiv der Deutschen Seewarte, Bd. 57, Heft 1, Hamburg 1936.
4. JOSEPH, J. „Meeresoptische Meßgeräte." Naturforschung und Medizin i Deutschland 1939/46 der ‚Fiat review of German science'". Bd. 18, Teil I Dieterichsche Verlagsbuchhandlung, Wiesbaden.
5. KALLE, K. „Die Bestimmung des Nitrits etc." Annalen der Hydrographi etc., Juni 1937.
6. LINKE, O. „Die Biota des Jadebusenwattes." Helgol. Wiss. Meeresunters Bd. 1, Heft 3, Helgoland 1939.
7. LÜDERS, O. „Unmittelbare Sandwanderungsmessungen auf dem Meeresboden." Veröffentl. Inst. Meereskde., N. F., Heft 24, 1933.
8. LÜNEBURG, H. „Hydrochemische Untersuchungen in der Elbmündung etc. Archiv der Deutschen Seewarte, Bd. 59, Heft 5, Hamburg 1939.
9. LÜNEBURG, H. „Die Geeste als Vorfluter." Deutsche Geographische Blätte Bd. 45, Heft 3/4, Bremen 1949.
10. LÜNEBURG, H. „Über Messung und Bedeutung der Sinkstoffe in Elb- un Wesermündung." — „Vom Wasser", Bd. XVIII, Weinheim 1950/51.
11. MOORE, H. B. „The muds of the Clyde sea area." J. Mar. Biol. Ass. 1930/31
12. ROCHFORD, D. J. „Studies in Australian estuarine hydrology." Australia Journal of Marine and Freshwater Research. Vol. 2, Nr. 1, Melbourne 1951
13. SCHRÄDER, Th. „Fischereibiologische Untersuchungen im Wesergebiet." Zeitschrift für Fischerei, Bd. 39, Seite 527 ff.
14. THIEMANN, K. „Das Plankton der Flußmündungen." Meteor-Expedition Bd. XII, Teil 1.
15. University of Iowa, Hydr. Lab. „Measurement and Analysis of Sediment Load in Streams." Nr. 1—7, Iowa 1940/43.

Studien zur Brack- und Seewassermykologie I.

Von Willy Höhnk

Mit 1 Karte, 2 Tabellen und 1 Blockdiagramm

Eine ökologische Studie (1939) hatte mir gezeigt, daß im gezeitenlosen, elativ ruhigen Brackwasser der Kieler Förde parasitische und saprohytische Phycomyceten nicht selten sind.

Außerdem war durch Kultivieren der Saprophyten in verschiedenen Salzehaltsstufen wahrscheinlich gemacht, daß das Artenminimum des Brackassers, bezeichnet durch die Salzgehaltsstufen von 5 bis 7‰, auch von beimmten limnischen Formen, Einzelpilzen und Pilzgruppen, nicht überchritten wird. Der zunehmende Salzgehalt wirkte sich so aus, daß die exuelle Phase unterdrückt wurde und die Propagationsziffer kontinuierlich ank, bis eine art- oder gruppenspezifische letale Grenze erreicht war.

Die Betrachtung einzelner Funde aus Meeresstrandtümpeln ließ vermuten, aß der konstante Salzgehalt in den abgeschlossenen Tümpeln als alleinier Faktor weniger ausmerzend wirksam ist als niedrigere Salzstufen in erbindung mit anderen Faktoren des brackigen Uferstreifens des Meeres, ie Strömung, Gezeitenbewegung und häufige Änderungen des Salzehaltes.

Es lag nahe, von Bremerhaven aus diesen Fragen im stark bewegten rackwasser der Nordseeküste weiter nachzugehen und nach Aufschlüssen ber die pilzliche Besiedlung des Meerwassers zu suchen, von der sehr enig bekannt ist, deren Rolle beim Stoffumsatz vermutlich aber sehr beeutsam ist.

Der methodische Weg bei diesen Arbeiten war folgendermaßen:

Wasser- und Bodenproben und ortsfeste oder im Wasser treibende ubstrate wurden ins Institut gebracht, in Petrischalen als Rohkulturen usgebreitet und im Wasser des Standortes gehalten. Das Wasser war urch Membranfilter grob — mittel — fein filtriert.

Die Rohkulturen erhielten Köder hinzugefügt. Derer wurden viele mit echselndem Erfolg versucht, eiweiß- und stärkehaltige, Samenschalen, leine Teile von sterilisierten feinen Holzspänen und Pflanzenteile.

Die besiedelten Köder der Rohkulturen wanderten in die Wasserschalen, as waren sterile Petrischalen mit filtriertem Wasser des Standorts.

Die Wartezeit bis zum Befund und seine Registrierung war sehr unterhiedlich, von einzelnen Tagen bis gelegentlich zu vielen Wochen. Diese intragungen ins Laborjournal sind die Grundlagen für die folgenden Überchten.

Von allen beobachteten und unterschiedenen Mycelien wurden Impfunen auf Agarnährböden gemacht und danach in Dauerkulturen übereführt. Sie stellen das Material für weitere Untersuchungen dar.

Befunde.

Eingelieferte Proben, sowohl vom Brackwasser als auch vom Boden der Grodenkante und ihrer Nähe bei Schmarren, etwa 12 km nördlich Bremerhavens, enthielten ausnahmslos Pilzmycelien, die geködert und in Agarböden gehalten werden konnten.

Danach wurden von einer Exkursion nach Imsum, 5 km südlich des vorigen Standorts, 17 Bodenproben eingebracht, von denen 14 aus dem Watt, von der Grodenkante bis etwa 100 m seewärts, genommen waren. Unter den 14 waren zwei Fehlproben. Die restlichen zwölf gaben zehn Mycelien der niederen Pilze und sechs der höheren. Aus drei von diesen, die in 10 und 25 cm unter der Oberfläche des Schlickes gestochen waren, wurden auch zwei Pythien und ein *Pseudolpidium* gefunden.

Der Salzgehalt des Wassers an diesem Standort war zur Ebbezeit 3,71 und 4,07‰[1]), in den gleichen Salzstufen wurden auch die Kulturen in den Schalen gehalten. — Bemerkenswert war die Häufigkeit der Pilze im schlickigen Watt. Ihr Gedeihen im mesohalinen, gefilterten ± 4‰ Brackwasser war nach früheren Erfahrungen zu erwarten.

Etwa mittwegs zwischen den beiden bezeichneten Orten, kurz nördlich vom Wremer Tief, ist der Salzgehalt des Brackwassers auch bei Ebbezeiten in Grodennähe höher als 7‰ und bei Hochwasser 13,1 bis etwa 23‰. Das Weserfahrwasser, welches in etwa 1,5 km Entfernung, fast parallel zur Grodenkante, dahinzieht, hatte bei Niedrigwasser 11,9‰, bei höheren Wasserständen ist es wesentlich salziger.

Hier, im ausgepflockten Untersuchungsfeld des Instituts, wurde von der Deichkappe bis ins Fahrwasser hinein, fast rechtwinklig zur Deich- und Fahrwasserrichtung ein Profil von 26 Proben genommen.

Die ersten sieben Proben, von der Deichkappe bis an die Hochwasserlinie, also dem Deichvorlande, entnommen, bargen alle Mycelien niederer Pilze und vier davon außerdem solche höherer. Von den neun Fehlproben aus dem Boden des stark schlickigen Watts waren vier von der Oberfläche und fünf aus 5 bis 50 cm Tiefe. Die Schlickschicht war an diesen Stellen so dick, daß sie dabei nicht durchstochen wurde. Die restlichen Proben kamen von sechs ortsgebundenen (Hölzer, Schlengen und lagerndes Hanfseil) und treibenden Substraten und drei Bodenproben, von der Oberfläche und aus 10 und 50 cm Tiefe.

Außer einer bargen alle Proben vom Fahrwasser und aus seiner Nähe Mycelien, während die Fehlproben aus der landwärtigen halben Wattbreite entstammten. Eine sandige Probe aus der Wattmitte lieferte höhere Pilze.

Dieses Ergebnis war auffallend. Einmal überraschte die hohe Fundzahl aus der Fahrwassernähe, und zum anderen war das schlickige Watt hier im Gegensatz zum vorigen Befund bei Imsum sehr pilzarm. Die erste

---

[1]) Die Salzbestimmungen wurden von der Hydrographischen Abteilung, von Herrn Dr. LÜNEBURG geliefert.

eststellung erweiterte sich schnell zu der allgemeinen Frage: Gibt es berhaupt eine Flora der saprophytischen Pilze im rack-und darüber hinaus im Meerwasser? — Die Klärung er gegensätzlichen Ergebnisse vom schlickigen Watt bei Imsum und bei Vremen konnte nur durch die Erhöhung der Probenzahl aus ähnlichen abitaten erfolgen. Sie ist auch untersucht worden und wird in der Disussion behandelt.

Der mehr interessierenden Frage nach der Pilzflora des Salzwassers urde zunächst nachgegangen. Die Exkursion nach der Robbenplate[1]) und en Sandbänken beim Leuchtturm „Hoher Weg" dienten diesem Zweck.

Die Robbenplate liegt zwischen dem Weserfahrwasser und dem warsgat, etwa 21 km NNW von Bremerhaven. Sie ist eine flache Bank, ıre längere Achse verläuft in Stromrichtung. Ihr westliches Ufer ist ındig, ihr östliches zeigt dünne Lagen von Schlick, Ton und Eisensulfid, ie durch die Einwirkung der Strömung im Anschnitt kleine Stufen bilden. as während der Ebbezeit geschöpfte Wasser hatte 15,8‰ Salzgehalt, die Vasserbedeckung liegt wohl nicht unter der Hälfte der Gezeitendauer.

Fünfundzwanzig Proben wurden von diesem Standort eingebracht. Zwölf avon waren vom sandigen Ufer, drei vom östlichen, drei von Muschelhalen und sieben von ortsgebundenen Substraten. Alle vier Gruppen erıben Pilze. Von den fünf Fehlproben stammten drei vom sandigen Veltufer, zwei von ortsgebunden Substraten und eine vom östlichen fer. Nur höhere Pilze, und zwar ***Fungi imperfecti,*** wurden geködert.

Der „Hohe Weg" liegt 11 km weiter seewärts am gleichen Fahrwasser, ırt westlich davon. Die Bänke um den Leuchtturm herum sind sandig und ıben wohl alle eine längere Wasserbedeckungszeit als die Robbenplate. er Salzgehalt des bei Ebbe geschöpften Wassers betrug 27,2‰.

Von zwanzig genommenen Proben waren dreizehn von ortsgebundenen ıbstraten und sieben vom Boden. Die ersteren gaben keine Fehlproben, e letzteren drei. Drei Proben enthielten niedere, zwei davon gleichitig auch höhere, alle anderen nur höhere Pilze. Von den letzteren bilden acht Pyknidien.

Später wurden von diesem Standort Holzstücke von einem Wrack, elches etwa 9 m unterhalb des Niedrigwasserspiegels liegt, eingeliefert. avon wurden sechs Proben geschnitten und beködert. Alle ergaben lze, und zwar enthielt eine einen niederen und höheren Pilz, alle anden nur höhere Pilze.

Diese Befunde sprechen für das Vorhandensein einer Pilzflora ı Salzwasser. Diese Annahme wird noch erhärtet durch die folgenden gebnisse.

Zwischen Wangerooge, der östlichsten der ostfriesischen Inseln, und elgoland wurde das Wrack „Medea" nach mehrjähriger Unterwasser-

---

[1]) Die Fahrten nach der Robbenplate und nach dem „Hohen Weg" ermöglichte nkenswerterweise Herr Oberbaurat DORMANN vom Wasser- und Schiffahrtsıt in Bremerhaven.

zeit gehoben. Abgeschnittene Späne und Stücke von den Holzbohlen und Hanfenden ergaben zwölf Rohkulturen. Von diesen enthielten sechs niedere und höhere Pilze, zwei nur niedere und die restlichen vier nur höhere. Die Wasserbedeckung war kontinuierlich gewesen, und der Salzgehalt des Wassers war dem des Meerwassers gleich.

Auch von Helgoland wurden Teile von Planken, die stark von Bohrasseln durchlöchert waren und lange Zeit unter der Ebbelinie gelagert hatten, in das Institut gebracht. Späne und Splitter davon wurden in acht Rohkulturen und in der neunten ein Stückchen eines treibenden, fingerdicken, berindeten Zweiges beködert. Das Zweigstück ergab den einzigen Phycomyceten, ein dickhyphiges, kurzes Mycel, welches sich in den Folgekulturen als asexueller *Dictyuchus* erwies. Die Ausbeute der anderen acht Schalen bestand nur in höheren Pilzen.

Die Betrachtung dieser mitgeteilten positiven Ergebnisse erschien mir bedeutsam genug, den durch sie gegebenen Rahmen durch systematische Aufsammlungen zu füllen. Diese sollten so orientiert sein, daß möglichst alle regionalen Habitatsgürtel der natürlichen Reihe vom Meerwasser bis zur Siedlung hinterm Deich angeschnitten wurden. Durch die Erhöhung der Probenzahl sollten Verhältniswerte geschaffen werden für das Vorkommen von Pilzmycelien in den unterschiedenen Habitatsgürteln und weiter sollte der jeweilige Anteil der niederen und höheren Pilze festgestellt werden, um Rückschlüsse auf die Ausbreitungstendenz, Pilzherkunft und -wanderung zu ermöglichen.

Für diese Aufgabe erschien die Insel Wangerooge als geeignet, auch darum, weil sich dort die Außenstelle dieses Instituts mit guter Arbeitsmöglichkeit befindet.

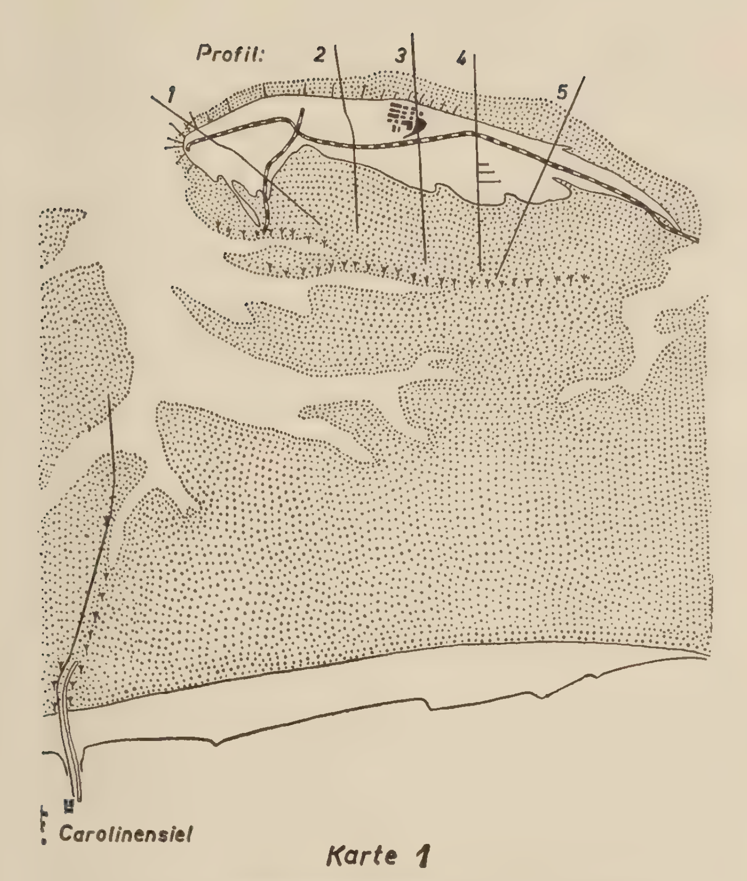
Es wurden dort im Mai dieses Jahres von Norden nach Süden fünf Profile (Karte 1) abgegangen und dabei 164 Proben genommen. Alle Profile reichten vom Meerwasser über den langen, seichten, sandigen Strand, über die Weiß-, Grau- und Schwarzdünen, Wiesen, Weiden, Siedlung, südlichen Groden (mit Naturschutzgebiet) bis an die Ebbelinie des südlichen Watts. Zwei andere Besuche der Insel gaben je 19[1]) weitere Proben.

Die südliche Verlängerung der Wangeroogeprofile von der Fahrrinne des Watts durch die Priele und über den Strand bis an den Festlandsdeich brachte eine Exkursion nach dem gegenüberliegenden Ort Carolinensiel mit 71 Proben. Gelegentliche Fahrten und Besuche von Küstenorten oder -plätzen erhöhten die Gesamtzahl jeweils um einige Proben. Eine Fahrt nach Tossens-Fedderwardersiel am oldenburgischen Ufer brachte z. B. zehn, die aus der Nähe der Grodenkante genommen waren.

In meiner Arbeit von 1939 wurde auf die STOLLsche Angabe über einige Pilzfunde in den seichten, gezeitenlosen Meeresstrandtümpeln eingegangen.

---

[1]) Eines der Profile wurde von der technischen Assistentin des Instituts, Frl. R. NAUJOKS, die bei den meisten anderen geholfen hatte, allein gemacht.



Karte 1

Das Watt zwischen Wangerooge und dem Festland mit den eingetragenen Profilen.

iese sind an der Ostseeküste in größerer Zahl vorhanden. Für die später eplante vergleichende physiologische Bearbeitung der gefundenen Mycelen wurde schon jetzt das Material gesammelt, und zwar aus den Salzasserlagunen und -tümpeln an der Kieler Förde. Die Ausbeute von 5 Proben wurde dieser vorliegenden Übersicht auch eingegliedert.

Die Gesamtzahl der hier ausgewerteten Proben beträgt 406. Die elen besuchten Standorte wurden 26 Habitaten eingeordnet, die für diese bersicht zu sieben Habitatsgruppen zusammengefaßt werden. Diese sind:

Meerwasser mit hohem Salzgehalt, über steinigem Boden oder tiefem, nicht erreichtem Boden. Die Funde entstammen darin treibenden oder ortsgebundenen Substraten aus der Nähe Helgolands (ausgenommen ist der erwähnte Zweig, der von der Insel vor kurzer Zeit ins Wasser geraten sein mußte) oder gefiltertem Meerwasser, dessen Rückstand kultivierbare Mycelien lieferte. Zahl der Proben: 12.

Meerwasser mit hohem Salzgehalt über geringerer Tiefe, wo auch vom meist sandigen Boden Proben genommen werden konnten. Im wesentlichen handelt es sich um die Proben vom Nordstrand Wangerooges und die vom „Hohen Weg". Zahl der Proben: 80.

Brackwasser mit > 7‰ Salzgehalt. Die Proben entstammen treibenden oder ortsfesten Substraten oder sandigem bis schlickigem Boden. Die Mehrzahl der Proben kam vom Wremer Watt (nördlich des Wremer Tiefs), der Robbenplate, Stellen südlich der Insel Wangerooge, dem Watt nördlich von Carolinensiel und Meeresstrandtümpeln. Zahl der Proben: 165.

Brackwasser mit < 7‰ Salzgehalt. Die Proben kommen aus Substraten der Standorte oder des Bodens. Im wesentlichen entstammen sie dem Watt bei Imsum, Wangerooge und Tossens. Zahl der Proben: 24.

Grodenkante, Groden, Dünen und seewärtiger Deichhang. Alle diese Standorte sind häufig oder gelegentlich der Bedeckung oder sonstwie dem Einfluß des Seewassers ausgesetzt. Die Proben wurden genommen bei Imsum, Wremen, Wangerooge, Carolinensiel und Fedderwardersiel. Zahl der Proben: 76.

Bewirtschaftete Ländereien und Siedlungen. Diese Habitate sind der unmittelbaren Salzeinwirkung entzogen oder nur gelegentlich ausgesetzt. Proben sind aus Wangerooge, ihre Zahl ist 34.

Tümpel, kleine Teiche (Kolke) und Sümpfe. Sie sind heute von der Einwirkung durch Salzwasser frei, zeigen aber z. T. noch nachweisbare Spuren früherer Beeinflussung. Die Proben sind auf Wangerooge, bei Kiel und bei Wremen genommen worden. Zahl der Proben: 15.

Die Habitatsgruppen: Siedlung — Gärten — Wiesen — Weiden und Tümel — Teiche — Sümpfe wurden vor allem darum eingeschlossen, um nach er morphologischen Bearbeitung der erhaltenen Mycelien Aufschlüsse auf e Verbreitung der Arten und ihre mögliche Aufspaltung in physiologisch ezialisierte Rassen erhalten zu können.

Die Tabelle 1 zeigt die Aufteilung der 406 Proben auf die Habitatsgruppen, die Zahl der Fehlproben und die entsprechende Zahl der Proben mit Pilzbefunden.

Habitatsgruppe	Gesamtzahl der Proben	Fehlproben		Funde	
		Zahl	%	Zahl	%
1	2	3	4	5	6
Meerwasser	12	2	16,6	10	83,3
Meerwasser u. Meerboden	80	24	30,0	56	70,0
Brackwasser >7 ‰	165	49	29,6	116	70,3
Brackwasser <7‰	24	8	33,3	16	66,6
Groden etc.	76	9	11,8	67	88,1
Siedlung etc.	34	-	0	34	100
Tümpel etc.	15	2	13,3	13	86,6
	406	94	23,1	312	76,8

Tabelle 1.

Die Zahl der Fehlproben von durchschnittlich 23,1% der Gesamtzahl ist niedriger, als zu Beginn der Studie erwartet wurde. Bildet man die entsprechenden Summen und ihre Prozente nur von den vier See- und Brackwasserhabitatsgruppen, liegen die Werte von 281 Proben (100%) für Fehlproben bei 83 (29,5%) und für die Befunde bei 198 (70,4%). Auch diese Zahlen liegen so günstig, daß die Wahrscheinlichkeit des Vorhandenseins einer Pilzflora des Brack- und Seewassers sehr gewachsen ist.

Die Fehlproben haben ihr Maximum mit 33,3% im Brackwasser mit < 7‰ Salzgehalt. Diese Feststellung ist für die ökologische Betrachtung sehr wertvoll. Es muß aber darauf hingewiesen werden, daß hier nur Pilzsaprophyten behandelt werden und keine Artenanalyse erfolgt ist, auch keine Arten gezählt sind, sondern nur das Auftreten von extramatrikalen Pilzmycelien in den Rohkulturen. Ob die Häufigkeitskurve bei den parasitischen Pilzen eine Parallele zu diesen Daten gibt, ist noch nicht erwiesen.

Die Kurve für die Pilzbefunde würde zweigipflig sein. Eine Entscheidung, ob damit nur die gleichmäßigeren Außenfaktoren im Meerwasser

und im Süßwasserbezirk zum Ausdruck kommen oder auch auf eine habitatstypische Zusammensetzung der Pilzflora schließen lassen, wird durch die Tabelle 2 illustriert.

Habitatsgruppe	Rohkulturen mit Myzelien niederer Pilze		höherer Pilze		Gesamtzahl der Kolonnen 2 u. 4 = 100 %
	Zahl	%	Zahl	%	
1	2	3	4	5	6
Meerwasser	-	0	10	100	10
Meerwasser u. Meerboden	16	22,5	55	77,4	71
Brackwasser > 7 ‰	35	25,1	104	74,8	139
Brackwasser < 7 ‰	9	45,0	11	55,0	20
Groden etc.	50	53,6	43	46,2	93
Siedlung etc.	31	65,9	16	34,0	47
Tümpel etc.	10	66,6	5	33,3	15
	151	38,2	244	61,7	395

Tabelle 2.

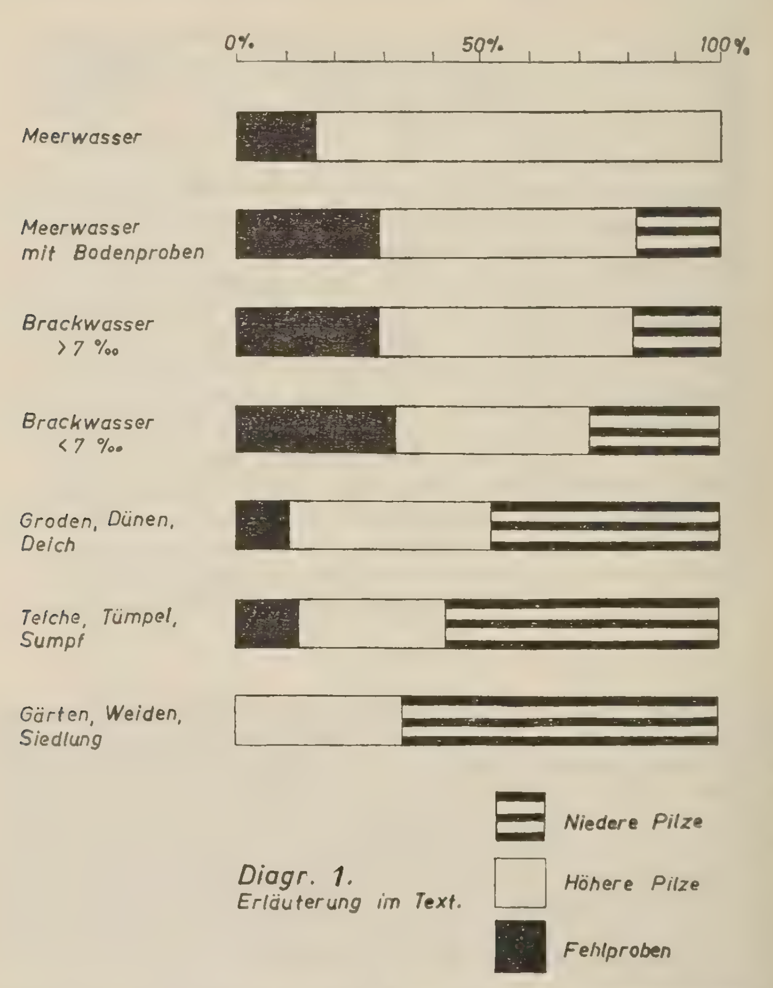
In Tabelle 2 sind die Bezugszahlen in der sechsten Kolonne nicht die Zahlen der Rohkulturen der Kolonne 5 von Tabelle 1. Eine große Anzahl von Kulturschalen hatte nämlich Mycelien sowohl der niederen als auch der höheren Pilze. Diese erscheinen in der Bezugszahl der Tabelle 2, Kolonne 6 (= 100%) doppelt. Diese Werte sind also um so viel größer, als Rohkulturen mit Mycelien beiderlei Pilzgruppen vorhanden waren.

Das relative Häufigkeitsoptimum der niederen Pilze liegt in der siebenten Habitatsgruppe (Tümpel, Teiche, Sümpfe). Von hier aus seewärts nehmen die Häufigkeitswerte ab. Eine sturzhafte Abnahme erscheint in der Tabelle 2 zwischen den Brackwasserhabitaten mit < 7‰ und > 7 ‰ Salzgehalt.[1])

Die höheren Pilze sind in dieser Aufsammlung relativ am häufigsten im Meerwasser gefunden worden. Landwärts vermindert sich ihr prozentualer

[1]) Die landwärts häufigen Vertreter der *Phytiaceae* kommen in verminderter Zahl vor. Ebenso ist es, das zeigt die Tabelle 2 nicht, weil die niederen Pilze hier nicht gegliedert sind, mit den breithyphigen Vertretern der *Saprolegniaceae* beim Übertritt von der Grodenkante nach dem Brackwasser < 7‰.

Anteil durch das sukzessive Auftreten von Gruppen der niederen Pilze. Der Anteil betrug aber stets ein Drittel oder mehr. Über Artenreichtum oder Artenarmut ist damit nichts ausgesagt.



Diagr. 1.
Erläuterung im Text.

Das Blockdiagramm 1 zeigt in den linken schwarzen Leisten die Prozentzahlen der Fehlproben und daneben die prozentual umgerechneten Anteile der höheren und niederen Pilze. Durch das anteilmäßige Einzeichnen der Fehlproben wird in dieser Darstellung das sturzartige Schwinden der niederen Pilze beim Übergang vom Groden- zum Brackwasser verdeutlicht.

Diskussion.

Die Literatur über die marinen Pilze oder die des Brackwassers ist spär-ich, weit verstreut in den verschiedensten, z. T. schwer zugänglichen Zeit-chriften und Werken und zieht sich über etwa sieben Jahrzehnte hin. Die narine Mykologie ist vernachlässigt worden. Erst in neuerer Zeit scheint las Interesse zu erwachen. WOLF and WOLF referierten 1947 in ihrem zwei-ändigen Werk: The Fungi auf 13 Seiten die vorliegenden Arbeiten, ZOBELL n seiner Marine Mikrobiology auf sieben Seiten. Wichtige Beiträge über ie marinen Phycomyceten lieferten PETERSEN (1905) und SPARROW (1934/37), ür die höheren Pilze SUTHERLAND (1914/16), BAUCH (1936), BARGHOORN und INDER (1944).

Fast alle Autoren beschäftigten sich mit Parasiten, meistens mit solchen er Pflanzen, der Algen und des Seegrases, weniger mit solchen der Tiere.

Die hier befolgte Methode gab fast ausschließlich fädige, saprophytische ilze. Die vier beobachteten parasitischen Formen sind insgesamt in sechs ohkulturen aufgetreten.

Nicht ohne Zaudern teile ich die erhaltenen überraschenden Ergebnisse er diesjährigen viermonatigen Sammelzeit, vom Mai bis August, mit. Die annigfachen Schwierigkeiten, die beim Sammeln, bei der Auswahl der ubstrate und der Köder, der Behandlung der Rohkulturen und während er Beobachtung über Zeiten von wenigen Tagen bis zu vielen Wochen uftraten, konnten nicht immer mit gleichem Erfolg überwunden werden. Manche Schalen und Substrate wurden, wie spätere Erfahrungen wahr-cheinlich machten, zu früh abgetan, und manche könnten zu ungeeigneter eit kontrolliert worden sein.

Ein wichtiges Moment für die Ausbeute ist die Auswahl der Köder. Eine emerkenswerte Anzahl der beobachteten Pilze ließ sich bis jetzt nicht ödern, in solchen Fällen ist auch die Agarkultur oft erfolglos geblieben. Veder die bisherige Auswahl der Köder noch der Nährböden war groß enug, um immer die systematisch wichtigen Entwicklungsstadien zu er-alten. Manche Mycelien zeigten bis zum Tage der Registrierung nur teriles Mycel, darum konnten in der gegebenen Übersicht keine weiteren liederungen als niedere und höhere Pilze gemacht werden.

Die hier berücksichtigten Habitatsgruppen erscheinen in der Reihenfolge, vie sie im Freien als Gürtel zwischen den großen Flächen des Meeres und es Festlandes liegen.

Von den 406 Proben waren 94 ohne Befund. Von den 312 Schalen mit efund hatten 83 Mycelien von niederen sowohl als auch von höheren ilzen. 229 Rohkulturen bargen Vertreter von nur einer der beiden Pilz-ruppen.[1]) Diese Ergebnisse liegen unerwartet hoch.

Die Befunde von Fehlproben, höheren und niederen Pilzen in den labitatsgruppen in der natürlichen Reihenfolge geordnet, lassen sich als ingipflige Kurven zeichnen. Die der Fehlproben hat das Maximum im

---

[1]) Vierzehn Rohkulturen hatten entweder nur *Penicillium* oder nur *Mucor* oder ur diese beiden zusammen.

Brackwasser mit < 7‰ Salzgehalt. Das der höheren Pilze liegt im Meerwasser und das der niederen auf dem Lande. Die beiden letzten Kurven fallen nach der entgegengesetzten Seite.

Von den niederen Pilzen scheiden im Brackwasser mit < 7‰ die breithyphigen *Saprolegniaceae* aus. Diese Feststellung ist eine Bestätigung meiner ökologischen Studie von 1939. Das bei Helgoland gefundene *Saprolegniamycel* war steril, kurz und dickhyphig, ging im Salzwasser von 32‰ ein und zeigte sich in Tochterkulturen im Süßwasser als *Dictyuchus*. Dieser Gelegenheitsfund ist in der Übersicht darum nicht gewertet worden.

Die enghyphigeren saprophytischen Vertreter der *Pythiaceae* kommen noch im Brackwasser mit > 7‰ Salzgehalt vor und einzelne auch noch in Meerwasser. Bis jetzt war aus dem Meerwasser nur ein parasitische *Pythium* (*P. marinum* SPARROW 1934) behandelt.

Die beiden schlickigen Standorte bei Imsum und Wremen, die reichen bzw. armen Pilzbefund brachten, liegen im Gebiet des Häufigkeitssturze der niederen Pilze. Die gegensätzlichen Befunde können als extreme Zahlen innerhalb der Brackwassergürtel mit < 7 bzw. > 7‰ Salzgehalt aufgefaßt werden.

Elf Proben wurden am Nordstrand bei Wangerooge aus Tiefen von 1 bis 90 cm gestochen. Das geschah mit der Absicht, pilzliche Organism des Küstengrundwassers zu erhalten. Nur fünf Mycelien wur isoliert; über die Reichhaltigkeit oder Zusammensetzung der Pilzgem schaft müssen spätere Aufsammlungen berichten. Ihr Vorhandensein dü nach den Angaben REMANES über die Umweltbedingungen (an einem stimmten Standort 7 bis 10‰ Salzgehalt und 8,2 bis 18,2° C während Monate Mai bis November) wahrscheinlich sein. Er selbst fand in die Lebensraum viele neue tierische Organismen.

Das Dominieren der höheren Pilze im Meerwasserraum ist bemerk wert. Da sie vorzüglich an lagernden, ortsfesten oder treibenden, oft h gen Substraten gefunden wurden, könnte man vermuten, daß sie v Lande verschleppt oder eingewandert sind. Im ersteren Falle hätten G legenheitsfunde vorgelegen, und zwar von Pilzen, die euryhalin sind, d. h nicht nur im limnischen oder brackigen, sondern auch im Meerwasser mit hohem Salzgehalt leben können. Im letzten Falle würden diese Formen, von terrestrischen Formen abstammend, sich dem Leben im Meerwasser angepaßt haben und darin ihren Lebenszyklus vollenden und genügend Erhaltungsmöglichkeiten finden. Zu einer solchen Vermutung wird man verleitet durch die außerordentlich große Zahl der erd- und luftangepaßten höheren Pilze und die dagegen verschwindend kleine Zahl der Meerwasserformen.

Alle Mycelien, die auf den verwendeten Nährböden wuchsen, sind als Dauerkulturen aufgehoben und werden daraufhin untersucht werden, welche Salzgehaltsstufe für die Vollendung ihres Lebenszyklus, die Propagationsziffer und Infektionstüchtigkeit die günstigste ist. Dann kann nach der morphologischen Bearbeitung einmal die Art bestimmt werden, und zum anderen ist eine Gliederung der erhaltenen Formen in stenohaline,

uryhaline verschiedener Grade und limnische möglich. Damit werden uch Hinweise über die Herkunft und die Wanderung dieser Pilze geeben sein.

Zusammenfassung.

Die Arbeit enthält eine Übersicht der gefundenen Mycelien der fädigen ilzlichen Saprophyten von 406 systematisch gewählten Standorten. Diese etzteren sind zu sieben Habitatsgruppen zusammengefaßt, die der natürichen Reihenfolge vom Meerwasser über das Brackwasser zum Festland ntsprechen.

Die Auswertung gibt die allgemeinen Häufigkeitswerte und die der iederen und höheren Pilze.

Die Häufigkeit der Pilzsaprophyten macht das Vorhandensein einer alzwassermykologie wahrscheinlich.

Die Fehlproben haben ihr Maximum im Brackwasser mit < 7‰ Salzgehalt. Von hier nach seewärts tritt die Dominanz der höheren Pilze immer deutlicher in Erscheinung, während landwärts der Anteil der niederen kontinuierlich zunimmt.

Anschrift des Verfassers:
Dr. W. Höhnk, Institut für Meeresforschung, Bremerhaven-G.

Literaturverzeichnis

RGHOORN, E. S., and D. H. LINDER, „Marine fungi: their taxonomy and biology," Farlowia, 1: 395—401, 1944.

UCH, R., *Ophiobolus Kniepii*, ein neuer parasitischer Pyrenomycet auf Kalkalgen. Publ. d. Stazione Zoologica di Napoli. XV: 377—391, 1936.

HNK, W., Ein Beitrag zur Kenntnis der Phycomyceten des Brackwassers. Kieler Meeresforschungen 3: 337—361. 1939.

DER, D. H., I. Classification of the marine fungi. Farlowia 1: 401—420. 1944.

ETERSEN, H. E., Contributions à la connaissance des Phycomycetes marins (*Chytridinae* FISCHER). Oversigt, Kgl. Danske Videnskab. Selskab Forhandl. 1905: 440—488.

REMANE, A., und E. SCHULZ, Die Tierwelt des Küstengrundwassers bei Schilksee (Kieler Bucht) I. Schriften d. Naturw. Vereins f. Schleswig-Holstein. 30: 399—408. 1935.

SPARROW, F. K., Observations on marine phycomycetes collected in Denmark. Dansk Bot. Arkiv, 8: 1—24. 1934.

— Biological observations on the marine fungi of Woods Hole waters. Biol. Bull. 70: 236—263, 1936.

— The occurrence of saprophytic fungi in marine muds. Biol. Bull. 73: 242—248. 1937.

SUTHERLAND, G. K., New Marine *Pyrenomycetes*. Trans. Brit. Mycol. Soc. Vol. 5, p. 147. 1914.

— New marine fungi on *Pelvetia*. New Phytologist. p. 33. 1915.

— Additional notes on marine *Pyrenomycetes*. Ibid. Vol. 14, p. 183. 1915.

— Marine *Fungi imperfecti*. Ibid. Vol. 15, p. 35. 1916.

— Additional notes on marine *Pyrenomycetes*. Trans. Brit. Mycol. Soc. Vol. 5, p. 257. 1916.

WOLF, F. A., and F. T. WOLF, The Fungi (2 Volumes). New York, 1947.

ZOBELL, Marine Mikrobiology. Waltham, Mass. U.S.A., 1946.

Nachtrag zu:
Die in Nordwestdeutschland gefundenen ufer- und bodenbewohnenden *Saprolegniaceae*

(p. 52—90 dieses Heftes)

Von Willy Höhnk

Nach der Fertigstellung des Umbruchs gingen, insbesondere durch die Freundlichkeit des Herrn Dr. H. Johannes, Biologische Bundesanstalt, Braunschweig, hier die am Ende aufgeführten Arbeiten 1—9 oder Auszüge bzw. Referate davon ein. Sie erschienen bis auf eine Ausnahme alle während des letzten Krieges oder später und enthalten Beiträge zur Kenntnis der morphologischen, zytologischen und physiologischen Verhältnisse bei Arten der Gattungen *Thraustotheca*, *Brevilegnia* und *Geolegnia*.

Thraustotheca clavata ist mehrfach Untersuchungsobjekt gewesen. Saksena und Bhargava behandelten die Mitochondrien und Vakuolenverhältnisse während der Sporenbildung (6) und zusammen mit Din Dayal die unterschiedliche Morphologie der beiden Zoosporengeißeln (7). *Thr. clavata* war weiterhin eine der untersuchten Arten in der ernährungsphysiologischen Arbeit von Whiffen (8) und der keimungsphysiologischen Arbeit von Ziegler (9). Der letztere benutzte auch Zygoten von *Brevilegnia linearis* und *Geolegnia inflata*.

Neue Arten der Gattung *Brevilegnia* wurden von van Eek (3)[1]) und Johnson (5) beschrieben, und zwar vom ersteren *Br. macrospora* und *Br. gracilis*, vom letzteren *Br. longicaulis*. Die beiden ersteren Arten haben engere Hyphen (2—5 μ) und kleinere Sporangiosporen (4—7 μ), dagegen aber größere Oosporen (15—24 bzw. 15—28 μ) als die von mir beschriebenen *Br. parvispora* und *Br. minutandra*. *Br. longicaulis* Johnson unterscheidet sich davon durch größere Oosporen (20,1—27,5 μ) und dikline Antheridien und zeigt, in besonderem Gegensatz zu *Br. parvispora*, keine *achlya*ähnliche Entleerung der primären Sporangien. — Harvey (4) fand bei seinen Aufsammlungen in Südkalifornien auch *Brevilegnia megasperma* Harvey, *Br. unisperma var. litoralis* Coker et Braxton, *Geolegnia inflata* Harvey und *G. septisporangia* Coker et Harvey. — *Brevilegnia gracilis* war außerdem eines der Untersuchungsobjekte zweier ernährungsphysiologischer Arbeiten (1, 2) von Bhargava.

---

[1]) Von dieser Arbeit lag nur das Referat aus Rv. Appl. Myc. 16:813, 1937, vor und von den beiden neuen Pilzen die Diagnosen und die Abbildungen dazu auf den Tafeln 1 und 2.

Die als neu beschriebenen Pilze werden durch die neuere Literatur nicht etroffen; die Diagnosen sind:

Brevilegnia parvispora nov. spec. (p. 67, Taf. 9).

Mycelio bene evoluto, ad semenem *Cannabis sativae* ± 7 mm. Hyphis ramosis, iam. ad basim usque ad 57 μ medii hyphis plerumque 20—27 μ diam..

Sporangiis cylindricis leve clavatis.

Sporis sporangiorum primorum simile generi *Achlya*, sporis sporangiorum equentum simile generi *Brevilegnia*. — Sporis sphaericis 10—12 μ diam., sporis ± aguloribus ca. 8—12×15—21 μ.

Oogoniis terminalibus cum singulis oosporis 12—15,5 μ, plerumque ± 14 μ iam., structura excentrica.

Antheridiis raris et androgynis.

Gemmis raris.

Hab.: ad terram submersam, Wollingster See prope Bremerhaven, Germania.

Brevilegnia minutandra nov. spec. (p. 77, Taf. 13).

Mycelio bene evoluto, ad larvas formicarum ca. 6—8 mm. Hyphis ramosis, iam. 7—19 μ.

Sporangiis cylindricis plerumque usque ad 400 μ, perraro usque ad 2,4 mm. poris in una serii, cubicis aut cylindricis (usque ad 85 μ).

Oogoniis copiosis, terminalibus, globosis, primo laeve, posterior plicatis cum osporis singulis, 13,5—20 μ diam., plerumque ± 15,5 μ diam., structura excentrica.

Antheridiis raris, androgynis, parvis, plerumque singulis.

Gemmis raris.

Hab.: ad terram ripae insulae, Schöhsee prope Plön (Holstein), Germania.

Geolegnia intermedia nov. spec. (pag. 81, Taf. 14).

Mycelio bene evoluto ad semenem *Cannabis sativae* ca. 5—7 mm. Hyphis onnullo ramosis, diam. 8—12 μ.

Sporangiis 85—180 μ longis, plerumque 110—150 μ cum una serii sporis, immobilibus, orbiculoribus (± 17 μ diam.) aut ovalibus (plerumque 17—26×11—19 μ).

Oogoniis terminalibus, globosis, plerumque laeve cum oosporis singulis, diam. 5—19,5 μ, structura excentrica.

Antheridiis plerumque singulis, androgynis, saepe desunt.

Gemmis non observata sunt.

Hab.: ad terram ripae, Schöhsee prope Plön (Holstein), Germania.

Aplanopsis nov. gen. (p. 85).

Mycelio intra- et extramatriculare est. Hyphis angustis simile *Leptolegnia*, *eolegnia* et *Brevilegnia* pro parte. —

Sporangiis non observata sunt.

Oogoniis cum oosporis singulis, structura centrica aut subcentrica. Parthenoenesis gignitur.

Aplanopsis terrestris nov. spec. (p. 85, Taf. 15).

Mycelio bene evoluto, ad larvas formicarum usque ad ca. 12 mm. Cum tempore exuale hyphis ramosis densis, diam. 9—15 μ.

Sporangiis nullis.

Oogoniis copiosis, terminalibus, orbicularibus, aut ovalibus, verrucosis, gibbeosis, aut posterior plicatis cum oosporis singulis, diam. 15—22 μ, structura entrica aut subcentrica.

Antheridiis perraris, androgynis, parvis, singulis.

Gemmis raris.

Hab.: ad terram humosam, Plön (Holstein) et Wremen prope Bremerhaven, ermania.

Literaturverzeichnis

1. BHARGAVA, K. S., 1945. Physiological Studies on Some Members of the Family *Saprolegniaceae* IV. Carbohydrate Requirements. Lloydia, **8**: 60—68.
2. BHARGAVA, K. S., 1946. Physiological Studies on Some Members of the Family *Saprolegniaceae*. V. Growth Substances. Lloydia, 9: 13—23.
3. EEK, T. van, 1937. Wortelrot van *Viola tricolor* L. etc. Thesis, Univ. of Amsterdam, 83 pp., 9 pls. 7 graphs.
4. HARVEY, J. V., 1942. A Study of Western Watermolds. Journ. Mitch. Soc. 57: 16—42.8 plates.
5. JOHNSON Jr., T. W., 1950. A Study of an Isolate of *Brevilegnia* from New Caledonia. Mycologia, XLII: 242—252.
6. SAKSENA, R. K. and K. S. BHARGAVA, 1946. Some Cytological Observations on Spore Formation in *Thraustotheca clavata*. Mycologia, XXXVIII: 554—564.
7. SAKSENA, R. K., K. S. BHARGAVA and DIN DAYAL, 1942. The Structure of the Cilia of *Thraustotheca clavata* (DE BARY) HUMPH. Journ. Indian Bot. Soc. XXII: 37—39.
8. WHIFFEN, A. J., 1945. Nutritional Studies of Representatives of Five Genera in the *Saprolegniaceae*. Journ. Eli. Mitch. Sci. Soc. 61: 114—123.
9. ZIEGLER, A. W., 1948. A Comparative Study of Zygote Germination in the *Saprolegniaceae*. Journ. Eli. Mitch. Sci. Soc. 64: 13—40, 6 plates.